



COMMISSION EUROPÉENNE



Document de référence sur les meilleures techniques  
disponibles

# Traitement des déchets

Août 2006

Ce document est la traduction de la version anglaise publiée par la Commission européenne  
qui seule fait foi.

Traduction V 0



## RÉSUMÉ

Le document de référence sur les meilleures techniques disponibles (BREF - Best Available Techniques Reference document) intitulé «Industries de traitement des déchets» rend compte de l'échange d'informations mené en application de l'article 16, paragraphe 2, de la directive 96/61/CE du Conseil (directive IPPC). Le présent résumé, qu'il convient de lire à la lumière de la préface du BREF qui en explique les objectifs, l'utilisation et les termes juridiques, décrit les principales constatations faites, les principales conclusions relatives aux MTD (meilleures techniques disponibles) ainsi que les niveaux d'émission ou de consommation associés.

Il se suffit à lui-même mais, en tant que résumé, il ne rend pas compte de toutes les complexités du texte complet du BREF. Il n'a donc pas vocation à se substituer au BREF intégral en tant qu'outil pour la prise de décisions sur les meilleures techniques disponibles

### Champ d'application du BREF

Ce document et les autres BREF de la série sont destinés à couvrir les activités décrites au point 5 de l'annexe I de la directive IPPC, à savoir «la gestion des déchets». Un autre BREF est consacré à l'incinération des déchets ainsi qu'à certains traitements thermiques tels que la pyrolyse et la gazéification (point 5.2 de l'annexe I de la directive). Bien que le point 5.4 de l'annexe I concerne les décharges de déchets, ce BREF n'aborde pas les MTD en ce qui concerne les décharges.

Les codes (R/D) correspondant aux opérations de valorisation (R) et d'élimination (D) énumérées dans les annexes II A et II B de la directive 75/442/CEE, qui renvoient à la directive IPPC ont été modifiés en vertu de la décision 96/350/CE de la Commission. Cette dernière modification correspondant à la classification la plus récente des opérations R/D, le tableau ci-dessous récapitule, en accord avec le forum d'échange d'information (IEF) et le groupe de travail technique (TWG) et conformément aux objectifs de la directive IPPC, les codes des types d'opérations sur les déchets prises en considération dans le BREF.

Activité de traitement des déchets	code R/D 96/350/CE
Utilisation principale comme combustible ou autre source d'énergie	R1
Récupération ou régénération des solvants	R2
Recyclage ou récupération d'autres matières inorganiques (à l'exception des métaux et composés métalliques qui font l'objet d'autres traitements de valorisation (notamment R4)	R5
Régénération des acides ou des bases	R6
Récupération des produits servant à capter les polluants	R7
Récupération des produits provenant des catalyseurs	R8
Régénération ou autres réemplois des huiles	R9
Échange de déchets en vue de les soumettre à des opérations de valorisation (numérotées R1 à R11)	R12
Stockage des déchets préalable à une opération de valorisation (numérotée R1 à R12) (à l'exclusion du stockage temporaire, avant collecte, sur le site de production).	R13
Traitement biologique non spécifié ailleurs dans l'annexe II de la décision 96/350/CE, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés par certaines des opérations d'élimination (numérotées D1 à D12).	D8
Traitement physico-chimique non spécifié ailleurs dans l'annexe II de la décision 96/350/CE, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés par certaines des opérations d'élimination (numérotées D1 à D12) (par exemple, évaporation, séchage, calcination, etc.).	D9
Mélange ou regroupement préalable à des opérations d'élimination (numérotées D1 à D12)	D13
Reconditionnement préalable à des opérations d'élimination (numérotées D1 à D13)	D14
Stockage préalable à l'une quelconque des opérations d'élimination (numérotée D1 à D14) (à l'exclusion du stockage temporaire, avant collecte, sur le site de production).	D15

## Opérations de traitement des déchets visées dans le BREF

Une évaluation exhaustive, sur l'ensemble du cycle de vie, appliquée à certains déchets permet d'examiner tous les maillons de la chaîne des déchets, ainsi que les incidences des produits finals ou déchets sur l'environnement. La directive IPPC ne porte pas sur ces analyses, elle est davantage centrée sur les installations. Par exemple, le principe de la réduction maximale de la quantité et/ou de la toxicité des déchets produits à la source dans les installations industrielles est inhérent à la directive IPPC et est pris en compte dans le BREF de chaque secteur industriel (voir liste au verso de la page de titre du présent document). Un autre exemple montre que la gestion des déchets comporte également des décisions stratégiques quant au type de déchets traités par chaque option/procédé/traitement disponible ou quant à la nature du traitement appliqué à ces déchets. Ces décisions sont fonction des options de traitement des déchets disponibles aux niveaux local, régional, national ou international, ce qui dépend également du lieu de production des déchets.

La portée limitée de ce document ne doit pas être considérée comme une tentative d'interprétation de la directive IPPC ou de tout texte législatif relatif aux déchets.

## Informations générales sur le secteur du traitement des déchets

Le secteur des déchets est extrêmement réglementé dans l'Union européenne. De ce fait, la terminologie couramment utilisée dans ce secteur donne lieu à de nombreuses définitions juridiques. Les installations de traitement des déchets contiennent des équipements permettant les opérations de valorisation ou d'élimination des déchets. Les installations de traitement des déchets fournissent des services à la société en lui permettant de gérer ses déchets, et parfois, les traitements que cela implique génèrent des produits. Comme le montre le tableau ci-après, l'Union européenne compte plus de 14000 installations de traitement des déchets. Il apparaît clairement que les installations de traitement physico-chimique représentent la majorité des installations de traitement des déchets.

Traitement des déchets	Nombre d'installations répertoriées
Traitements physico-chimiques	9907
Transport des déchets	2905
Traitements biologiques	615
Préparation et utilisation des huiles usagées comme combustible	274
préparation des déchets destinés à servir de combustible	266
Traitement des déchets inorganiques (à l'exclusion des métaux)	126
Traitement des solvants résiduels	106
Régénération des huiles usagées	35
Traitement du charbon actif	20
Valorisation des produits pour la réduction de la pollution	20
Traitement catalytique des déchets	20
Traitement acido-basique des déchets	13
<b>TOTAL</b>	<b>14307</b>
Remarque: des différences sont possibles entre les chiffres indiqués dans ce tableau et le nombre réel des installations, et ce pour deux raisons essentiellement : d'une part, ces chiffres sous-estiment le nombre d'installations en Europe car certains pays de l'UE n'ont pas communiqué le nombre de leurs installations. D'autre part, ces chiffres concernent en général toutes les capacités et il se peut que le nombre des installations relevant de la directive IPPC soit moins élevé.	

## Installations de traitement des déchets déclarées dans l'Union européenne

### **Techniques appliquées, niveaux d'émission et de consommation dans le secteur du traitement des déchets**

Le présent BREF fournit une description actualisée du secteur de traitement des déchets considéré sur les plans technique et environnemental. Il contient une brève description technique des activités et procédés relevant de ce secteur, complétée par les niveaux réels d'émission et de consommation relevés dans les installations. Plus concrètement, les informations contenues dans ce BREF concernent :

- les techniques couramment appliquées telles que la gestion générale des installations, la réception, l'acceptation, la traçabilité, l'assurance de qualité, le stockage et la manipulation, les systèmes énergétiques
- les traitements biologiques tels que la fermentation aérobie ou anaérobie et le traitement biologique hors site du sol
- les traitements physico-chimiques appliqués aux eaux résiduaires, aux déchets solides et boues d'épuration.
- la valorisation de matières issues de déchets, comme la régénération d'acides et de bases, de catalyseurs, de charbon actif, de solvants et de résines, ainsi que la régénération d'huiles usagées
- la préparation de déchets solides ou liquides combustibles à partir de déchets dangereux ou non.
- les traitements visant à réduire les émissions dans l'air, ainsi que les rejets d'eaux résiduaires et de résidus produits par les installations de traitement des déchets.

Le BREF met également en évidence les principaux problèmes d'environnement auxquels le secteur du traitement des déchets doit faire face. Ceux-ci ont trait aux émissions dans l'air et dans l'eau, ainsi qu'à la contamination des déchets et des sols. Toutefois, étant donné la diversité des traitements des déchets et des types de déchets, tous les types d'émissions ne concernent pas tous les traitements des déchets. Par exemple, les émissions provenant du traitement physico-chimique des eaux résiduaires concernent essentiellement les eaux résiduaires, et la régénération de charbon actif concerne essentiellement les émissions dans l'air. Ces spécificités sont indiquées dans le présent document et peuvent aider le lecteur à reconnaître les principaux problèmes d'environnement associés à chaque type d'installation.

### **Techniques à prendre en considération pour la détermination des MTD**

940 techniques sont effectivement prises en considération pour la détermination des MTD. Il se peut que d'autres techniques ne soient pas entrées en ligne de compte simplement parce qu'il n'a pas été possible d'obtenir les informations correspondantes. Les techniques prises en compte ont été analysées suivant le même schéma. Cette analyse est consignée pour chaque technique, accompagnée d'une brève description et d'indications relatives aux avantages écologiques obtenus, aux effets multi-milieux, aux données opérationnelles, à l'applicabilité et aux aspects économiques. Dans certains cas, les éléments susceptibles de stimuler la mise en œuvre ont été étudiés et des exemples d'installations de traitement des déchets utilisant de telles techniques sont donnés. L'analyse des techniques s'achève par les références bibliographiques qui étaient les données fournies dans le chapitre 4. Les techniques ont été organisées en huit parties. La première concerne les techniques génériques et les trois dernières se rapportent aux techniques de fin de chaîne qui sont appliquées dans le secteur. Les quatre parties intermédiaires concernent divers traitements spécifiques des déchets.

Étant donné le grand nombre et la diversité des techniques prises en considération pour la détermination des MTD, il est particulièrement difficile de résumer la situation. Le tableau ci-après a été conçu de manière à fournir un instantané des techniques prises en compte dans le BREF pour déterminer les MTD. Il indique, pour chaque type de traitement des déchets recensé dans le BREF, le nombre de types de techniques différents. Quatre catégories distinctes ont été définies. La première catégorie englobe les techniques qui visent l'amélioration de la performance environnementale du traitement des déchets proprement dit, ou les techniques de prévention de la contamination ou de gestion de l'installation de traitement des déchets. Les trois autres catégories regroupent a) les techniques de réduction des émissions dans l'air, b) les

techniques de réduction des émissions dans l'eau et c) les techniques de traitement des résidus solides générés par le procédé de traitement des déchets ainsi que les techniques de prévention et de lutte contre la contamination des sols. Dans de nombreux cas, il est difficile de classer les techniques dans une catégorie précise. Le nombre de techniques indiqué dans le tableau est sans rapport avec le nombre de sous-parties contenues dans une partie. Dans de nombreux cas, plusieurs techniques sont abordées dans une même partie.

Type de traitement des déchets	Nombre de techniques appliquées				TOTAL
	traitement des déchets, prévention et gestion	émissions dans l'air	eaux résiduaires	résidus solides	
Techniques courantes	296	26	16	31	<b>369</b>
Traitements biologiques	41	58	3	4	<b>106</b>
Traitements physico-chimiques	133	17	4	6	<b>160</b>
Valorisation de matières	44	44	19	7	<b>114</b>
Élaboration de combustibles issus de déchets	39	16	0	0	<b>55</b>
Traitements de réduction des émissions dans l'air		57			<b>57</b>
Traitement des eaux résiduaires			52		<b>52</b>
Gestion des résidus				27	<b>27</b>
<b>TOTAL</b>	<b>553</b>	<b>218</b>	<b>94</b>	<b>75</b>	<b>940</b>

### Techniques à prendre en considération pour la détermination des MTD

Le tableau ci-dessus montre clairement que plus de la moitié des techniques se rapportent à l'amélioration de la performance environnementale des traitements des déchets, à la prévention ou à la gestion. Les autres techniques sont essentiellement consacrées à la réduction des émissions dans l'air qui représente près d'un quart des techniques, le reste se répartissant plus ou moins équitablement entre le traitement des eaux résiduaires et le traitement des résidus solides. Sur les quatre types de traitements spécifiques recensés, le traitement chimique est celui qui comporte le plus de techniques.

### Meilleures techniques disponibles dans le secteur du traitement des déchets

Le BREF présente les meilleures techniques disponibles (MTD) recensées dans le secteur du traitement des déchets. Ces techniques sont axées sur la résolution des principaux problèmes d'environnement et, en règle générale, sur la prévention des émissions résultant d'une exploitation normale. Dans certains cas, des conclusions relatives aux MTD sont également formulées en ce qui concerne les émissions dues à des incidents ou à des accidents (majeurs).

Le tableau ci-après récapitule les MTD recensées. La lecture préalable du chapitre consacré aux MTD dans son intégralité est indispensable pour bien interpréter ce tableau et pour pouvoir l'utiliser comme outil d'aide à la décision. En effet, chaque conclusion relative aux MTD contient de nombreux détails qui ont essentiellement trait aux conditions dans lesquelles cette conclusion est applicable. Aussi est-il essentiel de consulter la totalité du chapitre sur les MTD. Un certain nombre de faits ressortent de ce chapitre :

- Il existe deux niveaux de conclusions relatives aux MTD dans le secteur du traitement des déchets. Le premier niveau est celui des conclusions génériques relatives aux MTD, c'est-à-dire qui s'appliquent en règle générale à l'ensemble du secteur. Le second niveau est celui des conclusions plus spécifiques, c'est-à-dire valables pour les divers types de procédés et activités spécifiques recensés. Ainsi, les MTD pour un type donné d'installation de

traitement des déchets correspondent à un mélange des éléments génériques qui s'appliquent en général et des éléments spécifiques de l'activité qui sont applicables dans le cas précis. Dans certains cas, d'autres BREF peuvent fournir des indications et font alors partie de la liste des documents à prendre en considération pour l'analyse d'une installation particulière. Par exemple, la MTD pour la régénération des huiles usagées se compose des éléments de MTD numérotés 1 à 64 plus les éléments numérotés 95 à 104. De surcroît, d'autres BREF en rapport avec le sujet peuvent fournir des orientations complémentaires. Un autre exemple est celui des MTD pour la préparation de combustibles liquides à partir de déchets dangereux, qui se composent des éléments de MTD 1 à 64, 117 à 121 et 129 à 130.

- certaines des MTD sont basées sur les techniques ou technologies concrètes.
- On a recensé certaines MTD qui se rapportent aux déchets dangereux. Ces techniques ont été mises en évidence en suivant une stratégie similaire à celle utilisée pour la liste européenne de déchets de la directive-cadre sur les déchets.
- Pour la détermination des MTD dans ce secteur, certains niveaux d'émissions associés résultant de l'utilisation de MTD ont été mis en évidence. Ils se rapportent aux émissions de composés organiques volatils et de particules dans l'air et à des paramètres de l'eau tels que la demande chimique en oxygène, la demande biologique en oxygène et les métaux lourds. En outre, des émissions d'odeurs et d'ammoniac dans l'air ont été constatées pour les traitements mécanico-biologiques, ainsi que des émissions d'hydrocarbures et de phénols dans l'eau pour le traitement des huiles usagées.

Catégorie	Élément de MTD recensé concernant
<b>MTD générique</b>	
Gestion de l'environnement	1. les systèmes de management environnemental 2. la description détaillée des activités menées sur le site 3. l'existence d'une procédure de bonne gestion 4. l'existence d'un lien privilégié avec le producteur de déchets/client 5. la disponibilité d'un personnel qualifié
Meilleure connaissance des déchets entrants	6. la connaissance effective des déchets entrants 7. la mise en place d'une procédure de préacceptation 8. la mise en place d'une procédure d'acceptation 9. la mise en place de diverses procédures d'échantillonnage 10. l'existence d'une installation de réception
Production de déchets	11. l'analyse de la production de déchets
Systèmes de gestion	12. la traçabilité en matière de traitement des déchets 13. les règles de mélange/assemblage 14. les procédures de ségrégation et de compatibilité 15. la rentabilité du traitement des déchets 16. le plan de gestion des accidents 17. le journal des incidents 18. les plans de gestion du bruit et des incidents 19. le déclassement
Gestion des installations et équipements techniques, ainsi que des matières premières	20. la consommation et la production d'énergie 21. le rendement énergétique 22. l'étalonnage interne des performances 23. l'utilisation de déchets comme matière première
Stockage et manipulation	24. les techniques de stockage génériques 25. la construction de murs de protection 26. le marquage des canalisations 27. le stockage/l'accumulation de déchets 28. les techniques génériques de manipulation 29. les techniques de groupage/d'assemblage de déchets conditionnés 30. le guide de ségrégation pour le stockage 31. les techniques de manipulation des déchets conteneurisés
Autres techniques courantes non mentionnées précédemment	32. l'utilisation d'extracteurs d'air durant les opérations de broyage, de déchiquetage et de criblage. 33. l'encapsulation des produits du broyage et du déchiquetage de déchets spéciaux 34. les procédés de lavage

Catégorie	Élément de MTD recensé concernant
Traitements de réduction des émissions dans l'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>35. l'utilisation de réservoirs, de cuves et de fosses à ciel ouvert</li> <li>36. le confinement des systèmes avec extraction vers des installations appropriées de réduction des émissions</li> <li>37. les systèmes d'extraction sur mesure pour certains types de stockage et de traitements</li> <li>38. l'exploitation et l'entretien du matériel de réduction des émissions</li> <li>39. les dispositifs de lavage des principaux rejets gazeux inorganiques</li> <li>40. les programmes de détection des fuites et de réparation</li> <li>41. la réduction des émissions de composés organiques volatils et de particules dans l'air</li> </ul>
Gestion des eaux résiduaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>42. l'utilisation des eaux et leur contamination</li> <li>43. la spécification des effluents se prêtant à un traitement sur le site ou critères de déversement</li> <li>44. le fait d'éviter que les effluents contournent les dispositifs de l'installation de traitement.</li> <li>45. la collecte des eaux résiduaire</li> <li>46. la séparation des eaux résiduaires</li> <li>47. le fait de disposer d'une dalle en béton dans toutes les zones de traitement</li> <li>48. la collecte des eaux de pluie</li> <li>49. la réutilisation des eaux résiduaires et des eaux de pluie traitées</li> <li>50. le contrôle journalier du système de gestion des effluents et la tenue d'un journal</li> <li>51. la mise en évidence des principaux constituants dangereux des effluents traités</li> <li>52. les techniques de traitement des eaux résiduaires appropriées pour chaque type d'eau résiduaire</li> <li>53. l'amélioration de la fiabilité des techniques de lutte antipollution pour les eaux résiduaires</li> <li>54. les principaux constituants des eaux résiduaires traitées</li> <li>55. le déversement des eaux résiduaires</li> <li>56. les niveaux d'émissions, relativement à la demande chimique et à la demande biologique en oxygène et aux métaux lourds, associés à l'utilisation des MTD</li> </ul>
Gestion des résidus générés par le procédé de traitement	<ul style="list-style-type: none"> <li>57. la planification de la gestion des résidus</li> <li>58. l'utilisation d'emballages réutilisables</li> <li>59. la réutilisation des fûts</li> <li>60. le fait de disposer d'un inventaire des déchets sur le site</li> <li>61. la réutilisation des déchets</li> </ul>
Contamination des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>62. la préparation et l'entretien de la surface des zones opérationnelles</li> <li>63. la base imperméable et le drainage</li> <li>64. la réduction maximale de l'équipement de site et de l'équipement souterrain</li> </ul>
<b>MTD pour types spécifiques de traitements des eaux</b>	
Traitements biologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>65. le stockage et le traitement dans des systèmes biologiques</li> <li>66. les types de déchets et les procédés de séparation</li> <li>67. les techniques de fermentation anaérobie</li> <li>68. la réduction des émissions atmosphériques de poussières, d'oxydes d'azote, d'oxydes de soufre, de monoxyde de carbone, de sulfure d'hydrogène et de composés organiques volatils lors de l'utilisation de biogaz comme combustible</li> <li>69. les techniques des traitements mécanico-biologiques</li> <li>70. la réduction des émissions d'odeurs, d'ammoniac, d'oxydes d'azote et de mercure résultant des traitements mécanico-biologiques</li> <li>71. la réduction des émissions d'azote total, d'ammoniac, de nitrates et de nitrites dans l'eau</li> </ul>



Catégorie	Élément de MTD recensé concernant
Traitements physico-chimiques des eaux résiduaires	72. les techniques utilisées dans les réacteurs physico-chimiques 73. les paramètres supplémentaires à définir pour les eaux résiduaires 74. le procédé de neutralisation 75. la précipitation des métaux 76. la rupture des émulsions 77. l'oxydation/réduction 78. les eaux résiduaires contenant des cyanures 79. les eaux résiduaires contenant des composés du chrome (VI) 80. les eaux résiduaires contenant des nitrites 81. les eaux résiduaires contenant de l'ammoniac 82. la dépollution de l'air durant les procédés de filtration et d'assèchement 83. la floculation et l'évaporation 84. le nettoyage des systèmes de criblage
Traitement physico-chimique des déchets solides	85. l'insolubilisation des métaux amphotères 86. la lessivabilité des composés inorganiques 87. la restriction des déchets acceptés en vue d'un traitement par solidification ou immobilisation 88. les systèmes confinés 89. les systèmes de réduction de la pollution lors du chargement et du déchargement 90. les déchets solides destinés à la décharge
Traitement physico-chimique des sols contaminés	91. la supervision des excavations 92. la vérification de l'adéquation du procédé à appliquer 93. l'équipement de collecte et de contrôle 94. l'efficacité constatée durant les procédés
Régénération des huiles usagées	95. le contrôle des matériaux entrants 96. la vérification des solvants chlorés et des diphenyles polychlorés 97. la condensation pour la phase gazeuse des unités de distillation éclair 98. la réduction des émissions lors du chargement et du déchargement des véhicules 99. les différentes techniques de réduction des émissions en présence d'espèces chlorées 100. l'oxydation thermique 101. les systèmes à vide 102. l'utilisation des résidus de la distillation sous vide ou des évaporateurs à couche mince 103. les procédés haute performance de régénération des huiles usagées 104. les valeurs d'émission d'hydrocarbures et de phénols des eaux résiduaires
Régénération des solvants usagés	105. le contrôle des matériaux entrants 106. l'évaporation des résidus
Régénération de catalyseurs usagés	107. l'utilisation de filtres à manches 108. l'utilisation de systèmes de réduction des émissions d'oxyde de soufre
Régénération de charbon actif usagé	109. les procédures de contrôle de la qualité 110. l'origine du charbon actif usagé 111. l'utilisation d'un four pour le traitement du charbon actif industriel 112. l'utilisation d'un dispositif de post-combustion pour la régénération du charbon actif industriel 113. l'utilisation d'un dispositif de post-combustion pour la régénération d'eau potable et de charbon actif de qualité alimentaire 114. l'utilisation d'un système de traitement des fumées 115. les systèmes de lavage 116. les stations d'épuration
Préparation des déchets destinés à servir de combustible	117. le transfert des connaissances concernant la composition combustible préparée à partir de déchets 118. les systèmes d'assurance de la qualité 119. la fabrication de différents types de combustibles issus de déchets 120. le traitement des eaux résiduaires 121. les aspects liés à la sécurité

Catégorie	Élément de MTD recensé concernant
Élaboration de combustibles solides à partir de déchets non dangereux	122.l'inspection visuelle des déchets entrants 123.l'utilisation de séparateurs magnétiques de métaux ferreux et non ferreux 124.l'utilisation de techniques proche infrarouge 125. la préparation, à la bonne taille, des déchets destinés à servir de combustible
Élaboration de combustibles solides à partir de déchets dangereux	126.les opérations de séchage ou de chauffage 127.les opérations de mélange et d'assemblage 128. la réduction des émissions de particules
Préparation des déchets liquides dangereux destinés à servir de combustible	129.l'utilisation d'unités d'échange thermique extérieures à la cuve 130. l'homogénéité du combustible liquide

### MTD pour le secteur du traitement des déchets

#### Techniques nouvelles

Le BREF évoque également les techniques recensées par le groupe de travail technique, qui ne bénéficient pas encore d'une diffusion commerciale et qui sont toujours en phase de recherche et développement. Cependant, compte tenu des retombées que ces techniques pourraient avoir pour le secteur du traitement des déchets, elles ont été citées afin d'attirer l'attention sur l'opportunité d'une révision du présent document.

#### Conclusions

Dès le début le début de l'échange d'information, il est apparu clairement que plusieurs points de vue coexistaient en ce qui concerne le type d'installations de traitement des déchets méritant de figurer dans le BREF. Par ailleurs, il a été constaté que certaines installations ne seraient que partiellement concernées par la directive IPPC. De ce fait, les experts ont passé beaucoup de temps à essayer d'analyser et de résoudre ces questions, et ont par conséquent eu moins de temps à consacrer à la détermination des MTD pour le secteur. C'est probablement la raison pour laquelle l'échange d'informations n'a pas débouché sur autant de conclusions que l'on aurait pu le souhaiter. En outre, différents points de vue ont été exprimés quant à la structure du document lors des deux réunions plénières (réunion de démarrage et réunion finale).

Certains estiment que BREF aurait dû couvrir toutes les opérations de traitement des déchets actuellement disponibles dans le secteur des déchets. Ils défendent ce point de vue pour trois raisons : tout d'abord, les caractéristiques techniques de ces traitements supplémentaires sont très similaires sinon identiques à celles des traitements couverts par le document; ensuite, ils estiment que la compétitivité de certains traitements des déchets ne relevant pas de la directive IPPC pourrait s'avérer profitable, car les installations qui les mettent en œuvre ne seraient pas nécessairement tenues de respecter des normes environnementales aussi strictes que celles requises par les MTD; et troisièmement, d'aucuns pourraient avancer que, parce que ces traitements ne sont pas pris en compte, il n'est pas possible de déterminer les MTD et qu'en conséquence les installations concernées ne peuvent pas être exploitées conformément aux MTD.

Un niveau élevé de consensus a été obtenu en ce qui concerne le chapitre relatif aux MTD. Toutefois, certains sont d'avis d'élargir la portée du BREF pour tenir compte d'autres traitements des déchets qui ne sont pas pris en compte actuellement.

En vue de la révision de ce BREF, il convient que tous les membres du groupe de travail technique et les parties intéressées continuent à rassembler des données sur les niveaux de consommation et d'émission ainsi que sur la performance des techniques à prendre en considération pour la détermination des MTD.

Dans le cadre de ses programmes de RDT, la Communauté européenne mène et subventionne une série de projets concernant les technologies propres, les nouvelles techniques de recyclage et de traitement des effluents et les stratégies de gestion en la matière. Ces projets représentent potentiellement une contribution précieuse pour les futurs réexamens du BREF. Les lecteurs

sont donc invités à informer le BEPRIP de tout résultat de recherche présentant de l'intérêt pour ce document (voir également la préface du BREF).

## **PREFACE**

### **1 Statut du présent document**

Sauf indication contraire dans le présent document, la « Directive » renvoie à la Directive du Conseil 96/61/CE sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution. La Directive s'appliquant sans préjudice des dispositions communautaires sur la santé et la sécurité sur le lieu de travail, il en est de même du présent document.

Le présent document fait partie d'une série, qui présentent les résultats d'un échange d'informations entre les États membres de l'Union européenne et les industries concernées par les meilleures techniques disponibles (MTD), des prescriptions de contrôle y afférentes et de leur évolution. Il est publié par la Commission européenne en vertu de l'article 16(2) de la Directive et par conséquent, conformément à l'Annexe IV de la Directive, il convient d'en tenir compte lors de la détermination des « meilleures techniques disponibles ».

### **2 Obligations légales correspondantes de la Directive PRIP et définition des MTD**

Pour aider le lecteur à comprendre le contexte légal dans lequel le présent document a été rédigé, certaines des dispositions les plus importantes de la Directive PRIP, y compris la définition du terme « meilleures techniques disponibles », sont décrites dans cette préface. Cette description est inévitablement incomplète et n'est donnée qu'à titre d'information. Elle n'a aucune valeur légale et ne modifie, ni n'affecte de quelque manière que ce soit les dispositions effectives de la Directive.

La Directive a pour objectif la prévention et la réduction intégrées de la pollution résultant des activités listées en Annexe I, en vue d'aboutir à un haut niveau de protection de l'environnement dans son ensemble. La base légale de la Directive a trait à la protection de l'environnement. Sa mise en œuvre devrait également tenir compte d'autres objectifs communautaires, tels que la compétitivité de l'industrie de l'Union, contribuant ainsi au développement durable.

Elle prévoit plus spécifiquement un système d'autorisation pour certaines catégories d'installations, exigeant tant des opérateurs que des régulateurs, qu'ils adoptent une vision globale intégrée du potentiel de consommation et de pollution de l'installation. L'objectif global d'une telle approche intégrée doit être l'amélioration de la gestion et du contrôle des procédés industriels, afin d'assurer un haut niveau de protection de l'environnement dans son ensemble. Au cœur de cette approche, figure le principe général mentionné à l'article 3, selon lequel les opérateurs devraient adopter toutes les mesures préventives appropriées contre la pollution, en particulier par l'application des meilleures techniques disponibles leur permettant d'améliorer leur performance environnementale.

Le terme « meilleures techniques disponibles » est défini à l'article 2(11) de la Directive comme étant « le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base des valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble. » L'article 2(11) poursuit pour clarifier plus encore cette définition comme suit :

- les « techniques » incluent tant la technologie utilisée que la manière dont l'installation est conçue, construite, entretenue, exploitée et déclassée.
- les techniques « disponibles » sont celles mises au point sur une échelle permettant de les appliquer dans le contexte du secteur industriel concerné, dans des conditions économiquement et techniquement viables, en prenant en considération les coûts et les avantages, que ces

techniques soient utilisées ou produites ou non sur le territoire de l'État membre intéressé, pour autant que l'exploitant concerné puisse y avoir accès dans des conditions raisonnables.

- les « meilleures » techniques sont les plus efficaces pour atteindre un niveau général élevé de protection de l'environnement dans son ensemble.

En outre, l'Annexe IV de la Directive contient une liste de « considérations à prendre en compte en général ou dans des cas particuliers lors de la détermination des meilleures techniques disponibles, compte tenu des coûts et des avantages pouvant résulter d'une action et des principes de précaution et de prévention ». Ces considérations incluent les informations publiées par la Commission en vertu de l'article 16(2).

Les autorités compétentes chargées de la délivrance des autorisations ont l'obligation de tenir compte des principes généraux stipulés à l'article 3 lors de la détermination des conditions d'obtention de l'autorisation. Ces conditions doivent inclure des valeurs d'émission limites, complétées ou remplacées, le cas échéant, par des paramètres équivalents ou des mesures techniques. Conformément à l'article 9(4) de la Directive, ces valeurs d'émission limites, les paramètres équivalents et les mesures techniques, sans préjudice de la conformité avec les normes de qualité de l'environnement, doivent être fondés sur les meilleures techniques disponibles, sans prescrire l'utilisation d'une technique ou d'une technologie spécifique, et en prenant en considération les caractéristiques techniques de l'installation concernée, son implantation géographique et les conditions environnementales locales. Dans tous les cas, les conditions d'autorisation doivent contenir des dispositions relatives à la minimisation de la pollution à longue distance ou transfrontalière, et garantir un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble.

Aux termes de l'article 11 de la Directive, les États membres ont l'obligation de s'assurer que les autorités compétentes suivent ou sont informées de l'évolution des meilleures techniques disponibles.

### **3 Objectif du présent document**

L'article 16(2) de la Directive exige que la Commission organise « un échange d'informations entre les États membres et les industries intéressées au sujet des meilleures techniques disponibles, des prescriptions de contrôle y afférentes et de leur évolution » et qu'elle publie les résultats de cet échange.

Le but de cet échange d'information est indiqué dans la clause 25 de la Directive, qui déclare que « le développement et l'échange d'information au niveau communautaire en ce qui concerne les meilleures techniques disponibles permettront de réduire les déséquilibres au plan technologique dans la Communauté, favoriseront la diffusion au plan mondial des valeurs limites et des techniques utilisées dans la Communauté et aideront les États membres dans la mise en œuvre efficace de la présente Directive ».

La Commission (Direction générale de l'environnement) a mis sur pied un forum d'échange d'informations pour le soutien des travaux aux termes de l'article 16(2) et un certain nombre de groupes de travail technique ont été créés sous l'égide de ce forum. Tant le forum d'échange d'informations que les groupes de travail technique incluent des représentants des États membres et de l'industrie, comme l'exige l'article 16(2).

Cette série de documents a pour objet d'être le reflet authentique de l'échange d'informations intervenu selon l'article 16(2) et de communiquer des informations de référence aux autorités qui délivrent les autorisations, afin qu'elles en tiennent compte lors de la détermination des conditions d'autorisation. Par la mise à disposition d'informations pertinentes sur les meilleures techniques disponibles, ces documents devraient faire office d'outils de référence pour faire évoluer la performance environnementale.

## 4 Sources d'information

Le présent document constitue un résumé des informations rassemblées en provenance de différentes sources, y compris en particulier la connaissance des groupes créés pour assister la Commission dans ses travaux, et il a été vérifié par les services de la Commission. Nous remercions avec reconnaissance tous ceux qui y ont contribué.

## 5 Comment comprendre et utiliser ce document

Les informations contenues dans ce document sont destinées à être utilisées au titre d'une contribution à la détermination des MTD dans des cas spécifiques. Lors de la détermination des MTD et des autorisations d'exploitation basées sur celles-ci, il convient, à tout moment, de tenir compte de l'objectif global d'obtention d'un haut niveau de protection de l'environnement dans son ensemble.

Le reste de la présente préface décrit le type d'informations fournies dans chaque section du document.

Les chapitres 1 et 2 fournissent des informations générales sur le secteur industriel concerné et sur les procédés industriels utilisés dans ce dernier. Le chapitre 3 fournit des données et des informations en ce qui concerne les niveaux actuels d'émission et de consommation, qui reflètent la situation dans les installations existantes au moment de la rédaction du document.

Le chapitre 4 décrit plus en détail la réduction des émissions et les autres techniques qui sont considérées comme étant les plus importantes pour déterminer les MTD et les autorisations d'exploitation basées sur les MTD. Ces informations incluent les niveaux de consommation et d'émission considérés comme étant réalisables grâce à l'utilisation de la technique, quelques idées des coûts et des questions d'impacts réciproques associées à la technique et elles précisent aussi dans quelle mesure la technique est applicable à la gamme d'installations exigeant des autorisations en vertu de la PRIP, par exemple les installations existantes ou nouvelles, de petite ou de grande capacité. Les techniques qui sont d'une manière générale considérées comme étant obsolètes n'en font pas partie.

Le chapitre 5 présente les techniques et les niveaux de consommation et d'émission qui, au sens général, sont considérés comme étant compatibles avec les MTD. Il a donc pour objectif de fournir des indications générales sur les niveaux de consommation et d'émission, qui peuvent être considérés comme un point de référence apte à contribuer à la détermination des conditions autorisées basées sur les MTD ou à l'établissement de règles générales obligatoires selon l'article 9(8). Toutefois, il convient de souligner, que le présent document ne propose pas de valeurs d'émission limites. La détermination des autorisations d'exploitation appropriées impliquera la prise en compte des facteurs locaux spécifiques au site, telles que les caractéristiques techniques de l'installation concernée, sa situation géographique et les conditions environnementales locales. Dans le cas d'installations existantes, les faisabilités économique et technique de leur mise à niveau doivent également être prises en compte. En outre, le seul objectif de garantir un niveau élevé de protection de l'environnement dans son ensemble impliquera souvent de prendre des décisions de compromis entre les différents types d'impacts environnementaux, ces dernières étant souvent influencées par des considérations locales.

En dépit d'une tentative d'aborder quelques-unes de ces questions, il n'est pas possible de les prendre entièrement en considération dans le présent document. Par conséquent, les techniques et les niveaux présentés au chapitre 5 ne seront pas nécessairement adaptés à toutes les installations. Par ailleurs, l'obligation de garantir un niveau élevé de protection environnementale, y compris la minimisation de la pollution à longue distance ou transfrontalière, implique que les conditions d'autorisation ne peuvent pas être fixées sur la base de considérations purement locales. C'est pourquoi il est de la plus haute importance que les

informations contenues dans ce document soient pleinement prises en compte par les autorités qui accordent les autorisations.

Etant donné que les meilleures techniques disponibles évoluent avec le temps, le présent document sera révisé et mis à jour selon les besoins. Toutes les observations et suggestions devront être soumises au Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP) auprès de l'Institut de prospective technologique à l'adresse suivante :

Edificio Expo, Inca Garcilaso s/n, E-41092 Séville, Espagne

Téléphone : +34 95 4488 284

Fax : +34 95 4488 426

e-mail : [eippcbrc.es](mailto:eippcbrc.es)

Internet : <http://eippcb.jrc.es>



# DOCUMENT DE REFERENCE DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES POUR L'INDUSTRIE DU TRAITEMENT DES DECHETS

## DOCUMENT DE REFERENCE DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES POUR L'INDUSTRIE DU TRAITEMENT DES DECHETS

### RÉSUMÉ

### PRÉFACE .....

**XIII**

### CHAMP D'APPLICATION .....

**XXXiii**

#### **1 INFORMATIONS GÉNÉRALES**

**1**

1.1	Objectif du traitement des déchets	1
1.2	Installations de traitement des déchets	1
1.2.1	Installations de transfert des déchets	3
1.2.2	Installations avec traitement biologique des déchets	4
1.2.3	Installations de traitement physique des eaux résiduaires	6
1.2.4	Installations de traitement des cendres de combustion et des résidus issus de l'épuration des fumées	7
1.2.5	Installations de traitement des déchets contaminés par les PCB	7
1.2.6	Installations de traitement des huiles usagées	7
1.2.7	Installations de traitement des solvants usagés	14
1.2.8	Installations de traitement des catalyseurs usagés, des déchets des techniques de réduction de la pollution et d'autres déchets inorganiques	15
1.2.9	Installations de traitement des résines et du charbon actif	16
1.2.10	Installations de traitement des acides et des bases usagés	17
1.2.11	Installations de traitement du bois contaminé	18
1.2.12	Installations de traitement des céramiques réfractaires contaminées	18
1.2.13	Installations d'élaboration des déchets destinés à servir de combustibles	19
1.3	Aspects économiques et institutionnels du secteur du traitement de déchets	23
1.4	Considérations environnementales générales liées aux installations de traitement des déchets	26
<b>2</b>	<b>PROCEDES ET TECHNIQUES APPLIQUES</b>	<b>28</b>
2.1	Techniques courantes appliquées dans le secteur	32
2.1.1	Réception, acceptation, traçabilité et assurance qualité	32
2.1.2	Techniques de gestion	38
2.1.3	Systèmes énergétiques	39
2.1.4	Stockage et manutention	39
2.1.5	Assemblage et mélange	44
2.1.6	Déclassement	47
2.1.7	Traitement des produits chimiques douteux en petits conditionnements (smalls)	47
2.1.8	Réduction de la taille	48
2.1.9	Autres techniques courantes	49
2.1.10	Exemples d'installation de traitement des déchets où ne sont appliquées que les techniques courantes	50
2.2	Traitements biologiques des déchets	52
2.2.1	Digestion anaérobie	53
2.2.2	Traitements biomécaniques	55
2.2.3	Traitements biologiques appliqués au sol contaminé	58
2.3	Traitements physico-chimiques des déchets	60
2.3.1	Traitements physico-chimiques des eaux résiduaires	60
2.3.2	Opérations unitaires utilisées dans les traitements physico-chimiques des eaux résiduaires	64
2.3.3	Traitements physico-chimiques des déchets solides et des boues résiduaires	68
2.3.3.1	Extraction et séparation	69
2.3.3.2	Traitements thermiques	69
2.3.3.3	Séparation mécanique	70
2.3.3.4	Conditionnement	71
2.3.3.5	Immobilisation	72
2.3.3.6	Déshydratation	75
2.3.3.7	Séchage à température élevée	75



2.3.3.8	Installation de séchage à distillation thermique	76
2.3.3.9	Désorption thermique	77
2.3.3.10	Extraction à la vapeur	78
2.3.3.11	Extraction au solvant	79
2.3.3.12	Excavation et élimination du sol contaminé	80
2.3.3.13	Lavage des sols	80
2.3.3.14	Traitement de l'amiante	83
2.3.3.15	Traitement des cendres lourdes	83
2.3.4	Opérations unitaires utilisées dans le Traitement physico-chimique des déchets solides et des boues	84
2.3.5	Traitements physico-chimiques des autres déchets	86
2.4	Traitements appliqués principalement à la valorisation des matières contenues dans les déchets	90
2.4.1	Re-raffinage des huiles usagées	90
2.4.1.1	Pré-traitement des huiles usagées	94
2.4.1.2	Nettoyage des huiles usagées	95
2.4.1.3	Fractionnement des huiles usagées	96
2.4.1.4	Finissage des huiles usagées	96
2.4.1.5	Technologies employées dans le re-raffinage des huiles usagées	97
2.4.2	Régénération des solvants usagés	103
2.4.3	Régénération des catalyseurs usagés et valorisation des composants issus des techniques de réduction	106
2.4.4	Régénération du charbon actif	107
2.4.5	Régénération des résines	108
2.4.6	Régénération des acides et des bases usagés	109
2.4.6.1	Régénération de l'acide sulfurique usagé	109
2.4.6.2	Régénération de l'acide chlorhydrique épuisé	110
2.4.7	Traitement des déchets photographiques solides	111
2.4.8	Traitement des déchets photographiques liquides	111
2.5	Traitements visant principalement la production de matières destinées à servir de combustibles ou l'amélioration de leur valorisation énergétique	112
2.5.1	Elaboration des combustibles solides issus principalement des déchets solides	114
2.5.1.1	Elaboration des combustibles solides par traitement mécanique (et biologique) à partir des déchets non dangereux	114
2.5.1.2	Elaboration de combustibles solides issus principalement de déchets dangereux liquides et semi-liquides	119
2.5.1.3	Elaboration de combustibles solides par carbonisation du bois contaminé	121
2.5.2	Elaboration des combustibles liquides issus des déchets	121
2.5.2.1	Elaboration de combustibles liquides issus de déchets liquides organiques essentiellement par assemblage de déchets dangereux	122
2.5.2.2	Elaboration de combustibles liquides issus de déchets par fluidification des déchets dangereux	124
2.5.2.3	Elaboration d'émulsions à partir de déchets liquides/semi-liquides dangereux	126
2.5.2.4	Traitements des huiles usagées dans lesquels les déchets SORTANTS sont essentiellement utilisés comme combustibles	129
2.5.2.4.1	Combustion directe des huiles usagées	130
2.5.2.4.2	Retraitement modéré des huiles usagées	130
2.5.2.4.3	Retraitement intense	133
2.5.2.4.4	Craquage thermique	135
2.5.2.4.5	Hydrotraitement	137
2.5.2.5	Production de biodiesel à partir d'huiles usagées végétales	138
2.5.3	Elaboration de combustibles gazeux à partir de déchets	138
2.6	Techniques de réduction des émissions	138
3	NIVEAUX ACTUELS DE CONSOMMATION ET D'EMISSION	140
3.1	Emissions et consommations provenant des procédés/activités courants de traitement des déchets	143
3.1.1	Déchets ENTRANTS dans les traitements courants	143
3.1.2	Consommations des traitements courants	144
3.1.3	Emissions provenant des traitements courants	144
3.1.4	Déchets SORTANTS provenant des traitements de déchets courants	158
3.2	Emissions et consommations émanant des traitements biologiques	159
3.2.1	Déchets ENTRANTS dans les traitements biologiques	159
3.2.2	Consommations des traitements biologiques	161

3.2.3	Emissions émanant des traitements biologiques	163
3.2.4	Déchets SORTANTS provenant des traitements biologiques	175
3.3	Emissions et consommations provenant des traitements physico-chimiques	180
3.3.1	Déchets ENTRANTS dans les traitements physico-chimiques	180
3.3.2	Consommation des traitements physico-chimiques	186
3.3.3	Emissions émanant des traitements physico-chimiques	193
3.3.3.1	Emissions émanant des traitements physico-chimiques des eaux résiduaires	193
3.3.3.2	Emissions du traitement physico-chimique des déchets solides et des boues	201
3.3.3.3	Emissions émanant du traitement des déchets spécifiques	207
3.3.4	Déchets SORTANTS des traitements physico-chimiques	208
3.4	Emissions et consommations des traitements de déchets appliquées principalement à la valorisation des matières issues des déchets	213
3.4.1	Déchets ENTRANTS traités afin d'obtenir une matière recyclée	213
3.4.2	Consommations des traitements des déchets visant à obtenir une matière recyclée	222
3.4.3	Emissions émanant des traitements de déchets visant à obtenir une matière recyclée	228
3.4.3.1	Emissions provenant du re-raffinage des huiles usagées	228
3.4.3.2	Emissions émanant de la régénération des solvants usagés	243
3.4.3.3	Emissions émanant de la régénération des catalyseurs usagés	247
3.4.3.4	Emissions émanant du nettoyage et de la régénération du charbon	247
3.4.3.5	Emissions émanant de la régénération des résines échangeuses d'ions	250
3.4.3.6	Emissions émanant des traitements des acides et des bases usagés	251
3.4.3.7	Emissions émanant du traitement des déchets photographiques	251
3.4.4	Déchets SORTANTS émanant des traitements de recyclage/régénération	252
3.5	Emissions et consommations des traitements des déchets visant à produire une matière destinée à servir de combustible	255
3.5.1	Déchets entrants pour la préparation des combustibles issus des déchets	255
3.5.2	Consommations de la préparation des combustibles à partir des déchets	262
3.5.3	Emissions provenant de la préparation des combustibles à partir des déchets	265
3.5.4	Combustibles issus des déchets (déchets SORTANTS)	274
3.5.4.1	Combustibles solides préparés à partir des déchets solides municipaux	275
3.5.4.2	Spécifications des combustibles issus des déchets à utiliser dans les cimenteries	278
3.5.4.3	Huiles usagées utilisées comme combustibles	281
3.5.4.4	Systèmes d'assurance qualité	283
3.6	Emissions et consommations émanant des traitements de réduction en fin de chaîne	287
3.7	Surveillance	290
<b>4</b>	<b>TECHNIQUES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION POUR DÉTERMINER LES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES (MTD)</b>	<b>297</b>
4.1	Techniques pour améliorer les connaissances sur les déchets ENTRANTS	299
4.1.1	Techniques en vue d'améliorer les connaissances sur les déchets entrants	299
4.1.1.1	Caractérisation de la composition des déchets	299
4.1.1.2	Procédure de pré-acceptation visant à évaluer si les déchets sont adaptés à être stockés et/ou traités dans l'installation	303
4.1.1.3	Procédures d'acceptation à l'arrivée des déchets dans l'installation de traitement des déchets	306
4.1.1.4	Échantillonnage	309
4.1.1.5	Installations de réception	312
4.1.2	Systèmes de gestion	315
4.1.2.1	Techniques pour déterminer le type de traitement appliqué à chaque déchet	315
4.1.2.2	Approvisionnement garanti en déchets	316
4.1.2.3	Techniques en vue d'améliorer la traçabilité des déchets	317
4.1.2.4	Amélioration de l'efficacité du traitement des déchets	319
4.1.2.5	Techniques de gestion	320
4.1.2.6	Identification des économies d'échelle et des synergies	321
4.1.2.7	Fourniture de renseignements détaillés sur les activités à mettre en œuvre	322
4.1.2.8	Outils de gestion environnementale	323
4.1.2.9	Favoriser une bonne collaboration entre le producteur et le détenteur de déchets	331
4.1.2.10	Emploi de personnel qualifié sur le site	332
4.1.3	Gestion des services publics ainsi que des matières premières	333
4.1.3.1	Décomposition de la consommation et de la génération d'énergie par source	333

4.1.3.2	Utilisation de combustibles plus propres	334
4.1.3.3	Utilisation des déchets en qualité de combustible	334
4.1.3.4	Mesures en vue d'améliorer l'efficacité énergétique	335
4.1.3.5	Choix de la matière première	337
4.1.3.6	Techniques visant à réduire la consommation d'eau et à éviter la contamination de cette dernière	339
4.1.4	Stockage et manutention	342
4.1.4.1	Techniques génériques appliquées à la manipulation des déchets	342
4.1.4.2	Techniques pour le stockage de fûts et autres déchets mis en conteneurs	345
4.1.4.3	Techniques en vue d'améliorer l'entretien du stockage	346
4.1.4.4	Merlons de stockage des liquides	347
4.1.4.5	Restriction pour l'utilisation de réservoirs, cuves ou fosses à ciel ouvert	347
4.1.4.6	Techniques génériques appliquées au stockage des déchets	348
4.1.4.7	Manipulation des déchets solides	350
4.1.4.8	Activités de manipulation liées aux transferts dans ou à partir de fûts et de conteneurs	351
4.1.4.9	Déchargement automatique des fûts	352
4.1.4.10	Techniques en vue de l'amélioration du contrôle des stocks en stockage	352
4.1.4.11	Aire de stockage sur palettiers à commande informatique pour déchets dangereux	353
4.1.4.12	Étiquetage des canalisations de procédé et des réservoirs	354
4.1.4.13	Mise en œuvre d'un test de compatibilité avant le transport	355
4.1.4.14	Ségrégation pour le stockage	360
4.1.5	Ségrégation et test de compatibilité	361
4.1.6	Techniques en vue de l'amélioration de l'environnement et autres techniques fréquentes	365
4.1.6.1	Techniques visant à réduire les émissions dues aux opérations de broyage et de déchiquetage	365
4.1.6.2	Techniques visant à réduire les émissions issues des procédés de lavage	367
4.1.7	Techniques visant à prévenir les accidents et leurs conséquences	368
4.1.8	Techniques visant à réduire le bruit et les vibrations	372
4.1.9	Techniques pour le déclassement	373
4.2	Techniques à prendre en compte dans les traitements biologiques	374
4.2.1	Sélection du traitement biologique approprié	374
4.2.2	Techniques de stockage et de manipulation spécifiques pour les traitements biologiques	376
4.2.3	Sélection de la charge de départ pour les systèmes biologiques	378
4.2.4	Techniques génériques pour la digestion anaérobie	379
4.2.5	Augmentation du temps de rétention dans les procédés de digestion anaérobie	382
4.2.6	Techniques pour la réduction des émissions lorsque le biogaz est utilisé en tant que combustible	382
4.2.7	Augmentation du rendement énergétique des alternateurs électriques et des systèmes de digestion anaérobie	384
4.2.8	Techniques en vue d'améliorer les traitements biomécaniques	385
4.2.9	Digestion aérobie des boues d'épuration	388
4.2.10	Contrôle de l'aération pour la dégradation biologique	389
4.2.11	Gestion des gaz d'échappement dans les traitements biomécaniques	390
4.2.12	Techniques de réduction pour les traitements biologiques	391
4.3	Techniques pour les traitements physico-chimiques	392
4.3.1	Techniques utilisées dans les usines de traitement physico-chimique des eaux résiduaires	392
4.3.1.1	Planification du fonctionnement d'une usine physico-chimique	392
4.3.1.2	Techniques pour les réacteurs physico-chimiques	393
4.3.1.3	Neutralisation	395
4.3.1.4	Précipitation des métaux	396
4.3.1.5	Rupture des émulsions	398
4.3.1.6	Oxydation/réduction	399
4.3.1.7	Techniques pour le traitement des déchets contenant des cyanures	400
4.3.1.8	Techniques pour le traitement de déchets contenant des composés du chrome (VI)	401
4.3.1.9	Techniques lors du traitement d'eaux résiduaires contaminées par des dérivés nitrés	401
4.3.1.10	Traitements par oxydation des solutions phénoliques	402
4.3.1.11	Techniques pour les déchets contenant de l'ammoniac	402
4.3.1.12	Filtration	403
4.3.1.13	Flottation	404
4.3.1.14	Procédés avec échange d'ions	404

4.3.1.15 Filtration sur membrane	405
4.3.1.16 Sédimentation	407
4.3.1.17 Criblage	408
4.3.1.18 Extraction par solvant	409
4.3.1.19 Techniques dans le cas du traitement des eaux résiduaires contenant des métaux précieux	410
4.3.1.20 Techniques pour le traitement des déchets marins aqueux	411
4.3.1.21 Techniques de réduction appliquées aux usines de traitement physico-chimique	413
4.3.2 Techniques pour les traitements physico-chimiques des solides et des boues d'épuration	415
4.3.2.1 Prétraitement avant immobilisation	415
4.3.2.2 Activités de laboratoire	416
4.3.2.3 Immobilisation	417
4.3.2.4 Solidification au ciment	421
4.3.2.5 Utilisation d'autres réactifs dans le processus d'immobilisation	423
4.3.2.6 Stabilisation au phosphate	426
4.3.2.7 Traitements thermiques des déchets solides	427
4.3.2.8 Récupération des sels par solution/évaporation	429
4.3.2.9 Extraction à l'acide	430
4.3.2.10 Excavation et évacuation des sols contaminés	432
4.3.2.11 Désorption thermique du sol	432
4.3.2.12 Extraction de vapeur	435
4.3.2.13 Lavage des sols	436
4.3.2.14 Extraction par solvant	438
4.3.2.15 Évaporation	439
4.3.2.16 Épuration et recyclage des déchets FGT	441
4.3.3 Traitements physico-chimiques de déchets spécifiques	443
4.3.3.1 Traitement des huiles contaminées avec des PCB	443
4.3.3.2 Conversion thermochimique des déchets d'amiante	443
4.3.3.3 Traitement des déchets contenant du mercure	445
4.4 Techniques à envisager pour les traitements appliqués principalement en vue de récupérer les matières à partir des déchets	447
4.4.1 Huiles usagées	447
4.4.1.1 Techniques génériques en vue d'augmenter le rendement du re-raffinage	447
4.4.1.2 Sélection des huiles usagées à re-raffiner	448
4.4.1.3 Distillation/finition argile	449
4.4.1.4 Distillation et traitement chimique ou extraction au solvant	450
4.4.1.5 Procédé d'extraction par solvant et distillation	450
4.4.1.6 Évaporateur à couche mince et différents procédés de finissage	451
4.4.1.7 Procédé de désasphaltage thermique	452
4.4.1.8 Recyclage dans une raffinerie d'huile de lubrification	452
4.4.1.9 Hydrotraitement	453
4.4.1.10 Procédé d'hydrogénation par contact direct	454
4.4.1.11 Extraction au solvant	455
4.4.1.12 Traitement à la soude caustique et aux terres de décoloration	455
4.4.1.13 Traitement en raffinerie	456
4.4.1.14 Gestion des eaux dans les installations de re-raffinage des huiles usagées	458
4.4.1.15 Gestion des déchets dans les installations de traitement des huiles usagées	463
4.4.2 Solvants usagés	463
4.4.2.1 Sélection des solvants usagés à recycler	463
4.4.2.2 Amélioration du traitement régénératif des solvants usagés	464
4.4.2.3 Traitement des eaux résiduaires dans une installation de solvants usagés	465
4.4.2.4 Évaporation des résidus de distillation	466
4.4.2.5 Automatisation complète de l'incinération des résidus	467
4.4.3 Catalyseurs usagés	467
4.4.3.1 Techniques génériques utilisées dans le traitement des catalyseurs usagés	468
4.4.3.2 Amélioration du contrôle de procédé	468
4.4.3.3 Techniques de réduction utilisées dans le secteur de la valorisation des catalyseurs usagés	469
4.4.4 Charbon actif	470
4.4.4.1 Choix du four utilisé pour régénérer le charbon actif usagé	470
4.4.4.2 Épuration des fumées	471
4.4.4.3 Stations d'épuration	473

4.4.4.4	Techniques de contrôle de pollution applicables à la régénération du charbon actif	474
4.4.5	Régénération des résines	475
4.4.5.1	Techniques pour la régénération des résines	475
4.4.5.2	Techniques de contrôle de pollution applicables à la régénération du charbon actif	475
4.5	Techniques à envisager pour la préparation de déchets à utiliser en qualité de combustible	476
4.5.1	Amélioration des connaissances sur les combustibles issus de déchets	476
4.5.2	Préparation de différents types de combustibles issus de déchets	477
4.5.3	Techniques pour l'élaboration de combustible issu de déchets solides	478
4.5.3.1	Sélection des techniques utilisées pour la préparation du combustible issu de déchets solides	478
4.5.3.2	Séchage du combustible issu de déchets solides	479
4.5.3.3	Séparation magnétique des métaux ferreux	480
4.5.3.4	Séparation des métaux non-ferreux	481
4.5.3.5	Séparateurs pour tous métaux	482
4.5.3.6	Tri positif et tri négatif	483
4.5.3.7	Utilisation de l'assistance pneumatique pour la réduction de la dimension	484
4.5.3.8	Tamis à tambour tournant	484
4.5.3.9	Amélioration des filtres à poussière dans les cyclones des classificateurs-trieurs pneumatiques	485
4.5.3.10	Spectroscopie proche des infrarouges	486
4.5.3.11	Arrachage automatique	487
4.5.3.12	Pelletisation et agglomération	487
4.5.3.13	Cryobroyage	488
4.5.4	Techniques pour l'élaboration de combustible issu de déchets	489
4.5.4.1	Techniques pour l'élaboration de combustible issu de déchets	489
4.5.4.2	Craquage thermique des huiles usagées	490
4.5.4.3	Filtration par membrane en tant que retraitement modéré des huiles usagées	491
4.5.5	Préparation de combustible gazeux à partir de déchets	492
4.5.6	Techniques de prévention et de réduction appliquées à la préparation de combustibles issus de déchets dangereux	492
4.6	Traitements des effluents gazeux	494
4.6.1	Techniques de prévention génériques	494
4.6.2	Programme de détection des fuites et de réparation	497
4.6.3	Cyclones	498
4.6.4	Dépoussiéreurs électrostatiques (ESP)	498
4.6.5	Filtres en tissus	499
4.6.6	Séparateurs à lamelles	500
4.6.7	Adsorption	501
4.6.8	Condensation	504
4.6.9	Mousses temporaires et à long terme	506
4.6.10	Biofiltres	507
4.6.11	Lavage	514
4.6.12	Lavage chimique	516
4.6.13	Procédés avec faible oxydation	517
4.6.14	Incinération	518
4.6.15	Combustion combinée	520
4.6.16	Combustion catalytique	521
4.6.17	Oxydant catalytique à régénération	524
4.6.18	Oxydation thermique à régénération	525
4.6.19	Traitements par oxydation	527
4.6.20	Traitement par plasma non-thermique	528
4.6.21	Techniques de réduction de NOx	529
4.6.22	Techniques de réduction des odeurs	530
4.6.23	Gestion des odeurs dans les installations de traitement biologique	531
4.6.24	Quelques exemples de traitements des gaz résiduels appliqués à différents traitements des déchets	532
4.6.25	Quelques exemples de traitements combinés de l'air d'échappement	533
4.6.26	Quelques exemples de comparaisons de techniques de réduction appliquées à la préparation des combustibles issus de déchets dangereux	534
4.7	Techniques de réduction des odeurs	536
4.7.1	Gestion des eaux résiduelles à l'intérieur du secteur de traitement des déchets	537
4.7.2	Paramètres à prendre en compte lors du mélange des eaux résiduelles	540

4.7.3	Traitements des eaux résiduaires primaires	541
4.7.4	Traitements des eaux résiduaires secondaires	542
4.7.5	Traitements des eaux résiduaires secondaires	543
4.7.6	Traitements finaux des résiduaires	545
4.7.6.1	Evaporation	546
4.7.6.2	Adsorption	547
4.7.6.3	Filtration sur membrane	548
4.7.6.4	Traitement à l'ozone/aux UV	550
4.7.7	Signalisation des composants dans les effluents générés dans les installations de traitement des déchets	553
4.7.8	Exemples de certaines stations d'épuration dans le secteur	556
4.8	Gestion des résidus	557
4.8.1	Plan de gestion des résidus	5574.8.2
	Techniques en vue de prévenir la contamination du sol	559
4.8.3	Techniques en vue de réduire les accumulations de résidus à l'intérieur de l'installation	560
4.8.4	Favoriser les échanges de résidus externes	561
<b>5</b>	<b>MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES</b>	<b>563</b>
5.1	MTD génériques	565
5.2	MTD pour des types spécifiques de traitements des déchets	577
<b>6</b>	<b>TECHNIQUES EMERGENTES</b>	<b>585</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>592</b>
	<b>REFERENCES</b>	
	<b>GLOSSAIRE</b>	<b>597</b>
<b>8</b>	<b>ANNEXES</b>	<b>605</b>
8.1	Annexe I. Législation environnementale et valeurs d'émission limites appliquées au secteur du traitement des déchets	606
8.1.1	Directive sur les déchets	606
8.1.2	Législation de l'Union européenne applicables aux huiles usagées	607
8.1.3	Législation de l'Union européenne en matière de déchets	608
8.1.4	Législation dans certains pays de l'Union européenne	608
8.1.4.1	France	608
8.1.4.2	Allemagne	608
8.1.4.3	Grèce	610
8.1.4.4	Italie	610
8.1.4.5	Espagne	612
8.1.4.6	Royaume-Uni	613
8.1.4.7	Belgique	614
8.1.4.8	Pays-Bas	614
8.1.4.9	Autriche	614
8.1.5	Législation des déchets dans certains autres pays	615
8.2	Annexe II. Questionnaire destiné à recueillir des informations environnementales sur les installations de traitement des déchets européennes	616
8.3	Annexe III : Types de déchets et production des déchets dans l'Union européenne	625
8.3.1	Déchets municipaux solides (MSW)	627
8.3.2	Eaux polluées	627
8.3.3	Boues d'épuration	628
8.3.4	Acides et bases usagés	629
8.3.5	Adsorbants des déchets	629
8.3.6	Catalyseurs usagés	629
8.3.7	Déchets provenant des procédés de combustion	630
8.3.8	Huiles usagées	634
8.3.9	Solvants usagés	638
8.3.10	Matières plastiques usagées	638
8.3.11	Bois contaminé	639
8.3.12	Déchets cyanurés	639
8.3.13	Autres déchets inorganiques	640
8.3.14	Déchets céramiques réfractaires	640
8.3.15	Déchets dangereux provenant du secteur de la construction et de la démolition	640
8.3.16	Déchets contaminés par les PCB	640
8.4	Annexe IV. Systèmes d'assurance qualité pour les combustibles solides de récupération (SRF)	643



## LISTES DES FIGURES

Figure 1.1	Gestion des huiles usagées dans l'Union européenne en 1999	10
Figure 2.1	Structure des chapitres	29
Figure 2.2	Opérations types appliquées aux traitements des déchets et manière dont elles sont réparties dans ce chapitre et dans le chapitre suivant	29
Figure 2.3	Exemple d'installation de traitements de déchet intégrée	31
Figure 2.4	Schéma de principe simplifié d'une procédure de vérification/inspection dans une usine de traitement physico-chimique des eaux résiduaires	36
Figure 2.5	Exemple de réception et d'acceptation des déchets sur un site traitant des liquides en vrac et des boues	38
Figure 2.6	Représentation schématique des entrées et des sorties d'un traitement biomécanique	57
Figure 2.7	Traitement des déchets marins aqueux	63
Figure 2.8	Exemples de quelques séparations mécanique utilisées pour le traitement des cendres lourdes	71
Figure 2.9	Représentation d'un procédé d'immobilisation	74
Figure 2.10	Schéma de principe général d'une station de lavage des sols	82
Figure 2.11	Traitement des CFC pour générer de l'acide chlorhydrique et de l'acide fluorhydrique	89
Figure 2.12	Distillation sous vide des déchets contenant du mercure	89
Figure 2.13	Traitements des huiles usagées présentés selon le plan utilisé dans ce document	92
Figure 2.14	Schéma de principe générique d'une usine de traitement des huiles usagées	94
Figure 2.15	Exemple d'installation de régénération des solvants usagés	104
Figure 2.16	Schéma de principe d'une régénération de solvant chloré	105
Figure 2.17	Traitement des déchets photographiques liquides	112
Figure 2.18	Possibilités actuelles d'utilisation des déchets comme combustibles dans différents secteurs	113
Figure 2.19	Schéma d'un procédé de production de combustibles solides à partir des déchets	117
Figure 2.20	Exemple de production de combustibles solides à partir de déchets dangereux liquides ou semi-liquides	120
Figure 2.21	Exemple de schéma de principe du procédé d'élaboration des combustibles liquides organiques	123
Figure 2.22	Schéma de principe de l'élaboration de combustibles liquides par fluidification	125
Figure 2.23	Schéma de principe de la préparation des émulsions	127
Figure 2.24	Exemple de retraitement modéré des huiles usagées	131
Figure 3.1	Entrées et sorties d'une opération de traitement des déchets	140
Figure 3.2	Représentation schématique des entrées et des sorties d'un procédé de digestion anaérobie	165
Figure 3.3	Principaux flux d'émission provenant des traitements physico-chimiques des eaux usées	194
Figure 3.4	Flux d'émissions potentielles provenant des traitements physico-chimiques	195
Figure 3.5	Entrées et sorties du traitement de re-raffinage	225
Figure 3.6	Exemple de schéma de régénération des solvants usagés avec points d'émission	244
Figure 3.7	Schéma de principe d'une installation de régénération du charbon générique	248
Figure 4.1	Système de pressurisation de réservoirs dans un dispositif de stockage utilisé dans une installation de régénération des huiles usagées	344
Figure 4.2	Sélection d'un système de traitement biologique approprié en fonction de la concentration et de la forme des déchets	376
Figure 4.3	Représentation d'un procédé de précipitation/neutralisation	398
Figure 4.4	Classification de la technologie membranaire en fonction de la tâche de séparation	407
Figure 4.5	Système de contrôle de l'air et de réduction de la pollution d'une usine physico-chimique	415
Figure 4.6	Niveaux pouvant être atteints avec un traitement des eaux résiduaires dans un procédé de re-raffinage.	459
Figure 4.7	Traitement des eaux résiduaires utilisées dans un procédé de régénération (TFE/ traitement sur argile)	460
Figure 4.8	Traitement des eaux usagées utilisées dans une installation de traitement des huiles usagées	460

Figure 4.9	Tamis à tambour tournant	484
Figure 4.10	Gestion des effluents dans une installation de traitement des déchets qui peuvent être classé comme indiqué dans le Tableau 4.75 ci-dessous	537
Figure 4.11	Exemple de schéma représentant une installation avec osmose inverse en trois étapes	550
Figure 4.12	Exemple d'organigramme représentant le traitement des eaux résiduaires à l'ozone/UV	552
Figure 4.13	Exemple d'organigramme représentant un traitement biologique et aux ultraviolets	553
Figure 8.1	Consommation d'huiles de base et génération d'huiles usagées dans l'Union européenne	535

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Installations de transfert des déchets	4
Tableau 1.2	Installations de traitement biologique des déchets	5
Tableau 1.3	Installations de traitement physico-chimique des déchets	6
Tableau 1.4	Installations de régénération des huiles usagées dans les pays européens	11
Tableau 1.5	Volumes d'huiles usagées brûlées dans l'Union européenne par an	12
Tableau 1.6	Installations utilisant les huiles usagées comme combustibles directement ou après retraitement	13
Tableau 1.7	Installations de traitement des solvants usagés dans les pays européens	15
Tableau 1.8	Installations de traitement des catalyseurs usagés, des déchets issus de la réduction de la pollution et d'autres déchets inorganiques dans les pays européens	16
Tableau 1.9	Installations de régénération des charbons actifs dans les pays européens	17
Tableau 1.10	Types de fours de réactivation du charbon actif en granulés (GAC) utilisés à travers le monde	17
Tableau 1.11	Installations de régénération des acides ou des bases usagés	18
Tableau 1.12	Installations pour la préparation des déchets destinés à servir de combustibles	20
Tableau 1.13	Présentation succincte du marché des combustibles solides de récupération en 2000 en Europe	21
Tableau 1.14	Prévisions/potential du marché européen des combustibles solides de récupération en 2005	22
Tableau 1.15	Production et nombre de sites de préparation de combustible provenant essentiellement de déchets dangereux dans l'Union européenne-15	22
Tableau 1.16	Consommation de combustibles par l'industrie européenne du ciment	25
Tableau 1.17	Principales émissions atmosphériques de polluants par sources principales de traitements des déchets	27
Tableau 1.18	Principales émissions dans l'eau de polluants par sources principales de traitements des déchets	27
Tableau 2.1	Informations contenues dans la description de chaque technique incluse dans le chapitre 2	30
Tableau 2.2	Exemple de sous-systèmes et de composants des différentes opérations	32
Tableau 2.3	Techniques courantes appliquées au traitement des déchets	50
Tableau 2.4	Traitements biologiques des déchets	52
Tableau 2.5	Technologie de digestion anaérobie	55
Tableau 2.6	Types de déchets acceptés dans les usines de traitement physico-chimique au Royaume-Uni	61
Tableau 2.7	Analyse de certains types représentatifs d'usines de traitement physico-chimique	62
Tableau 2.8	Exemples de quelques séparations mécaniques utilisées pour le traitement des cendres lourdes	68
Tableau 2.9	Opérations unitaires courantes utilisées dans les traitements physico-chimiques	86
Tableau 2.10	Quelques traitements spécifiques des déchets contenant des PCB et/ou des POP	88
Tableau 2.11	Techniques de finissage employées dans le traitement des huiles usagées	97
Tableau 2.12	Technologies de retraitement des huiles usagées	102
Tableau 2.13	Solvants usagés couramment régénérés	103
Tableau 2.14	Opérations unitaires visant à la régénération des solvants usagés	106
Tableau 2.15	Etapes de traitement supplémentaires nécessaires en fonction de la forme physique pour obtenir des combustibles issus des déchets conformes aux spécifications des consommateurs	118
Tableau 2.16	Traitements appliqués aux huiles usagées avant leur utilisation comme combustible	130
Tableau 2.17	Utilisation des huiles usagées comme combustible après retraitement modéré	133
Tableau 2.18	Informations sur les procédés de désasphaltage au propane (PDA)	135
Tableau 2.19	Exemple de production (sorties) dans des conditions de fonctionnement appropriées	136
Tableau 3.1	Structure de chaque section du Chapitre 3	140
Tableau 3.2	Vue d'ensemble des rejets types dans l'environnement générés par les activités de traitement des déchets	142
Tableau 3.3	Fûts de déchet courants traités dans des centres de transfert de déchets dangereux au Royaume-Uni	143
Tableau 3.4	Exemples de matières premières couramment utilisées dans les traitements des déchets	144
Tableau 3.5	Présentation schématique des données pour les petites chaudières utilisant un distillat (gaz), un combustible résiduel (mazouts 5,6) ou moteurs diesel	146
Tableau 3.6	Emissions potentielles provenant des centres de transfert, des procédés de regroupement et du stockage	149
Tableau 3.7	Activités/équipements des opérations communes de traitement des	



	déchets susceptibles de générer des émissions	151
Tableau 3.8	Emissions gazeuses d'un traitement par déchiquetage des déchets dangereux solides	151
Tableau 3.9	Exemple d'accidents les plus fréquents susceptibles de se produire dans des installations de traitement des déchets	153
Tableau 3.10	Source ponctuelle d'émissions dans l'eau	156
Tableau 3.11	Exemple d'estimation totale des émissions émanant d'un centre de transfert des déchets	157
Tableau 3.12	Emissions provenant des procédés de traitement de déchets spécifiques	158
Tableau 3.13	Caractéristiques souhaitables de la charge d'alimentation pour les procédés de biodégradation des boues dans la décontamination des sols	161
Tableau 3.14	Applicabilité de la biodégradation des boues pour le traitement des contaminants contenus dans le sol, les sédiments et les boues	161
Tableau 3.15	Consommation et production d'électricité	162
Tableau 3.16	Taux d'aération	162
Tableau 3.17	Consommations énergétiques spécifiques des procédés de digestion aérobie	163
Tableau 3.18	Exemples d'émissions gazeuses émanant des installations anaérobies	166
Tableau 3.19	Caractéristiques type des eaux résiduaires provenant de la digestion anaérobie	167
Tableau 3.20	Exemples de paramètres de l'air émanant de certains traitements biomécaniques	169
Tableau 3.21	Emissions émanant des opérations de traitement biomécanique	170
Tableau 3.22	Composés organiques analysés dans le cadre de quatre évaluations de l'air d'échappement (trois tests aérobie avec dégradation intensive et post-dégradation biologique, une installation anaérobie)	173
Tableau 3.23	Emissions de CFC des traitements biomécaniques (gaz brut) 4	173
Tableau 3.24	Lixiviats de la digestion aérobie	174
Tableau 3.25	Récapitulatif des données sur les émissions pour des systèmes de bioremédiation ex-situ	175
Tableau 3.26	Déchets SORTANTS prévus (selon la composition standard des déchets) de l'installation	176
Tableau 3.27	Composition du biogaz généré par digestion anaérobie	176
Tableau 3.28	Chiffres de production d'énergie nette de plusieurs sources différentes	177
Tableau 3.29	Composition des déchets solides préparés	177
Tableau 3.30	Caractéristiques chimiques d'un digestat anaérobie	178
Tableau 3.31	Vue d'ensemble de la technologie anaérobie pour le traitement des déchets biodégradables municipaux	178
Tableau 3.32	Déchets SORTANTS d'un traitement biomécanique	178
Tableau 3.33	Vue d'ensemble des sorties du traitement biomécanique des déchets municipaux biodégradables	179
Tableau 3.34	Plage de carbone organique, d'azote et de chlore transférés par gaz et lixiviat	179
Tableau 3.35	Performances d'un procédé de biodégradation des boues traitant des déchets de protection du bois	180
Tableau 3.36	Types de déchets pouvant être traités dans une installation de traitement physico-chimique	181
Tableau 3.37	Floculation/flottation et traitement biologique des déchets marins aqueux critères d'acceptation et de traitement	182
Tableau 3.38	Caractérisation des résidus provenant d'incinérateurs de déchets solides municipaux	183
Tableau 3.39	Principaux composants des scories/cendres lourdes	183
Tableau 3.40	Composition chimique des cendres lourdes d'après les données d'une usine d'incinération des ordures ménagères	184
Tableau 3.41	Valeurs générales des cendres lourdes résultant de l'incinération des ordures ménagères	184
Tableau 3.42	Métaux présents dans les cendres lourdes et les cendres volantes émanant des incinérateurs de déchets solides municipaux	184
Tableau 3.43	Composition de l'amiante	185
Tableau 3.44	Produits et options d'élimination avec la technique à électrons solvatés	186
Tableau 3.45	Consommations du traitement physico-chimique des eaux résiduaires	188
Tableau 3.46	Produits chimiques consommés et quelques niveaux de consommation pour la détoxification, la neutralisation et la déshydratation en vue de l'élimination des métaux contenus dans les eaux usées	189
Tableau 3.47	Consommation théorique des alcalins pour 100 g de métal précipité	189

Tableau 3.48	Plage des valeurs de précipitation pour divers métaux	190
Tableau 3.49	Consommation de produits chimiques dans les réactions d'oxydoréduction	191
Tableau 3.50	Données physiques des adsorbants	192
Tableau 3.51	Vue d'ensemble des types d'échangeurs et de leurs propriétés	192
Tableau 3.52	Données sur la consommation des produits chimiques du traitement des déchets marins aqueux et des déchets similaires	193
Tableau 3.53	Consommations des procédés de lavage des sols	193
Tableau 3.54	Consommations d'une installation traitant les sols contaminés par lavage	193
Tableau 3.55	Emissions atmosphériques émanant du traitement physico-chimique des eaux résiduaires	196
Tableau 3.56	Déchets du procédé des usines de traitement physico-chimique 176	197
Tableau 3.57	Boues générées dans le traitement physico-chimique des eaux résiduaires	198
Tableau 3.58	Emissions des procédés de traitement physico-chimique appliquées aux eaux résiduaires	201
Tableau 3.59	Emissions des procédés de traitement physico-chimique appliqués aux solides et aux boues	201
Tableau 3.60	Résultats des mesures des émissions	202
Tableau 3.61	Emissions de la désorption thermique par chauffage direct et indirect	203
Tableau 3.62	Emissions génériques émanant de la désorption thermique	203
Tableau 3.63	Caractéristiques des entrées et des sorties des sècheurs d'agrégat d'asphalte	204
Tableau 3.64	Emissions estimées de composés sélectionnés pour le nettoyage du sol contaminé par PCB avec un procédé de désorption thermique	204
Tableau 3.65	Emissions émanant des systèmes d'extraction à la vapeur	205
Tableau 3.66	Estimation des émissions d'un système d'extraction sous vide in-situ	205
Tableau 3.67	Emissions émanant d'une installation traitant le sol contaminé par lavage	206
Tableau 3.68	Efficacité de destruction des procédés d'hydrogénation	207
Tableau 3.69	Déchets SORTANTS du traitement physico-chimique des eaux contaminées	209
Tableau 3.70	Déchets SORTANTS du traitement physico-chimique de l'eau contaminée principalement coagulum de laquage et solvants	210
Tableau 3.71	Niveau d'émissions après étape de polissage de l'effluent, par exemple par filtration sur sable ou par filtres à échange d'ions	210
Tableau 3.72	Filières de recyclage de la fraction minérale des cendres lourdes traitées en Allemagne	211
Tableau 3.73	Métaux présents dans les cendres lourdes traitées après analyses des solides	211
Tableau 3.74	Analyse d'un éluat pour déterminer la qualité des cendres lourdes après traitement	211
Tableau 3.75	Déchets SORTANTS d'une installation de traitement du sol contaminé par lavage	212
Tableau 3.76	Spécification des produits CFC craqués	213
Tableau 3.77	Type d'additifs utilisés dans les lubrifiants	214
Tableau 3.78	Type de déchets contenant des huiles usagées	215
Tableau 3.79	Liste de composants présents dans les huiles usagées, à titre indicatif	218
Tableau 3.80	Estimations des concentrations métalliques des les huiles usagées industrielles	219
Tableau 3.81	Critères d'acceptation pour les déchets liquides désargentés de l'industrie photographique et pour les eaux résiduaires similaires (filière de traitement identique)	221
Tableau 3.82	Consommations des différentes techniques de re-raffinage des huiles usagées	222
Tableau 3.83	Consommations des activités de re-raffinage des huiles usagées	223
Tableau 3.84	Valeurs de consommations du système TDA et du système TDA combiné à un système PDA	225
Tableau 3.85	Consommations exprimées à partir de diverses installations de re-raffinage des huiles usagées dans l'Union européenne	226
Tableau 3.86	Consommations de deux traitements de régénération des solvants usagés	226
Tableau 3.87	Bilan massique de la régénération commerciale d'un catalyseur CoMo	226
Tableau 3.88	Quantités de produits adjuvants utilisés pour le désargentage des films photographiques	227
Tableau 3.89	Consommation de produits chimiques pour la précipitation/ultrafiltration des sulfures	227
Tableau 3.90	Consommation de produits chimiques dans le traitement des déchets liquides désargentés photographiques	228
Tableau 3.91	Emissions courantes des installations de traitement des huiles usagées	231
Tableau 3.92	Tableau de répartition des espèces en entrée, dans les flux d'air, d'huile et d'eau pour les traitements à chaud et à froid	232
Tableau 3.93	Principales sources d'émission dans les installations de recyclage des huiles	233
Tableau 3.94	Questions environnementales soulevées par différentes techniques de re-raffinage des huiles usagées	237
Tableau 3.95	Matrice des émissions dans l'air de tous les procédés courants dans les installations de régénération des huiles et des solvants	239
Tableau 3.96	Emissions dans l'air émanant de plusieurs installations de re-raffinage des huiles usagées fonctionnant dans l'Union européenne	239
Tableau 3.97	Paramètres des eaux résiduaires provenant de différents procédés de re-raffinage des huiles usagées	240

Tableau 3.98	Matrice des émissions dans l'eau pour tous les procédés courants dans les installations de recyclage des huiles et des solvants	241
Tableau 3.99	Emissions dans l'eau provenant de différentes installations de re-raffinage en fonctionnement dans l'Union européenne	241
Tableau 3.100	Types de déchets générés dans les procédés de re-raffinage des huiles usagées	242
Tableau 3.101	Emissions dans le sol de tous les procédés courants dans les installations de recyclage des huiles et des solvants	242
Tableau 3.102	Evaluation des performances environnementales de plusieurs activités de Réemploi et re-raffinage	243
Tableau 3.103	Principales sources d'émission et matrices des émissions émanant des installations de recyclage des huiles et des solvants	246
Tableau 3.104	Emission dans l'air et dans l'eau provenant d'une installation de régénération de solvant de l'Union européenne	246
Tableau 3.105	Emissions potentielles présentes dans différents régénérateurs de catalyseur	247
Tableau 3.106	Voies de rejet possibles des substances préconisées et d'autres substances éventuellement nuisibles	249
Tableau 3.107	Plage des émissions présentes dans les différents régénérateurs de charbon	250
Tableau 3.108	Plage des émissions présentes dans les différents régénérateurs de résines échangeuses d'ions	251
Tableau 3.109	Emissions émanant des traitements des acides et des bases usagés	251
Tableau 3.110	Emissions dans l'eau émanant du traitement des déchets photographiques liquides et d'autres eaux résiduaires	252
Tableau 3.111	Effet de l'hydrofinissage sur les polluants de la charge après désasphaltage	253
Tableau 3.112	Productions des différentes techniques de régénération des huiles usagées	254
Tableau 3.113	Spécification des produits en vue du traitement des composés organochlorés par rapport à la norme DIN	254
Tableau 3.114	Régénération commerciale d'un catalyseur au CoMo	255
Tableau 3.115	Quelques exemples des types de déchets utilisés pour la préparation des combustibles solides et liquides	257
Tableau 3.116	Pouvoirs calorifiques types des différents types de déchets	257
Tableau 3.117	Présentation de certains types de matières utilisées dans certains procédés de co-incinération	258
Tableau 3.118	Principales caractéristiques des déchets municipaux solides et de certaines de leurs fractions, destinées à servir de combustibles	259
Tableau 3.119	utilisation des déchets plastiques provenant de différents secteurs industriels comme combustible	260
Tableau 3.120	Composition type des mazouts et huiles de lubrification	261
Tableau 3.121	Caractéristiques des pneus utilisés comme combustibles	262
Tableau 3.122	Teneur en métal des retailles de bois	262
Tableau 3.123	Consommations du traitement thermique des huiles usagées	262
Tableau 3.124	Consommations générées par le craquage thermique des huiles usagées	262
Tableau 3.125	Sorties générées par la gazéification des huiles usagées	263
Tableau 3.126	Consommations pour la préparation des déchets dangereux destinés à servir de combustibles	264
Tableau 3.127	Exemples de consommation pour la préparation de combustibles à partir de déchets solides municipaux	264
Tableau 3.128	Exemples de consommation pour la préparation de combustibles à partir des déchets non dangereux	264
Tableau 3.129	Exemples d'émissions émanant de la production de RDF à partir de déchets solides municipaux	265
Tableau 3.130	Vue d'ensemble de certaines installations de production de combustibles solides à partir de déchets dans l'Union européenne	266
Tableau 3.131	Exemples d'émissions dans l'air émanant de la préparation de combustibles à partir de déchets non dangereux	267
Tableau 3.132	Exemples d'émissions dans l'eau émanant de la préparation de combustibles à partir de déchets non dangereux	267
Tableau 3.133	Emissions dans l'air émanant de la préparation de combustibles à partir de déchets dangereux	268
Tableau 3.134	Plages de valeurs établies dans les permis de certaines installations	269
Tableau 3.135	Déchets générés dans la préparation des déchets dangereux destinés à servir de combustibles	270
Tableau 3.136	Emissions générées par la préparation des huiles usagées	

	destinées à servir de combustibles	271
Tableau 3.137	Entrées et sorties des installations de traitement des huiles usagées produisant une matière destinée à servir de combustible	272
Tableau 3.138	Exemple d'émissions provenant d'une usine de recyclage des huiles qui chauffe l'huile pendant le procédé	273
Tableau 3.139	Emissions générées par le craquage thermique des huiles usagées	273
Tableau 3.140	Sorties générées par la gazéification des huiles usagées	274
Tableau 3.141	Questions environnementales liées au traitement des huiles usagées destinées à servir de combustibles	274
Tableau 3.142	Plages extraites des analyses des combustibles solides préparés à partir de déchets solides municipaux en Europe	276
Tableau 3.143	Combustibles solides produits à partir de la fraction calorifique élevée des déchets de démolition	277
Tableau 3.144	Combustibles récupérés produits à partir de fractions séparées à la source de déchets solides municipaux et d'autres déchets combustibles (Finlande)	277
Tableau 3.145	Combustibles récupérés produits à partir de mono-flux des déchets commerciaux et industriels (données provenant d'une société allemande)	278
Tableau 3.146	Vue d'ensemble des différentes formes physiques des combustibles issus des déchets (déchets SORTANTS)	278
Tableau 3.147	Exemples de spécifications d'un déchet pouvant être accepté comme combustible dans les fours à ciment de certains pays	280
Tableau 3.148	Exemples de spécifications de différents types de déchets en vue de leur acceptation comme combustibles dans les cimenteries françaises	280
Tableau 3.149	Valeurs standard relatives à la teneur en polluants des déchets utilisés dans les fours à ciment en Suisse	281
Tableau 3.150	Spécifications types du mazout valorisé alimentant des centrales électriques au Royaume-Uni	282
Tableau 3.151	Composants des déchets SORTANTS du craquage thermique des huiles usagées	282
Tableau 3.152	Sorties générées par craquage thermique des huiles usagées	282
Tableau 3.153	Sorties générées par la gazéification des huiles usagées	283
Tableau 3.154	Teneurs en métaux lourds à respecter conformément à BGS/12/	284
Tableau 3.155	Classes de qualité selon SFS 5875/13/	285
Tableau 3.156	Système d'assurance qualité de RWE Umwelt AG (Allemagne)	287
Tableau 3.157	Emissions provenant des différentes étapes d'une station d'épuration des eaux résiduaires	288
Tableau 3.158	Emissions émanant du traitement d'épuration des eaux résiduaires	290
Tableau 3.159	Pratiques de surveillance appliquées aux installations de traitement des déchets dans l'Union européenne	292
Tableau 3.160	Pratiques de surveillance pour certains procédés de traitement des déchets utilisés dans l'Union européenne	293
Tableau 3.161	Exemples de paramètres et de principes d'analyse utilisés pour l'échantillonnage	295
Tableau 4.1	Décomposition des informations pour chacune des techniques incluses au Chapitre 4	298
Tableau 4.2	Techniques de caractérisation de la composition des déchets	300
Tableau 4.3	Liste des paramètres d'analyse pris en compte, en général, dans la production de combustible à partir de déchets dangereux	301
Tableau 4.4	Liste des paramètres d'analyse pris en compte, en règle générale, pour le traitement des huiles usagées	302
Tableau 4.5	Procédures de contrôle identifiées dans des usines de traitement physico-chimique	308
Tableau 4.6	Aspects économiques de l'équipement de laboratoire et de surveillance pour une installation de traitement des huiles usagées	314
Tableau 4.7	Coûts de l'application d'EMAS	330
Tableau 4.8	Rapport de la consommation d'énergie	333
Tableau 4.9	Économies de CO <sub>2</sub> réalisées grâce à l'intégration de techniques ayant une bonne efficacité énergétique	336
Tableau 4.10	Économie dégagée par l'intégration de différentes techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique	337
Tableau 4.11	Exemples de substitution de matière première	339
Tableau 4.12	Exemple de tableau de compatibilité pour le stockage de déchets dangereux	359
Tableau 4.13	Ingrédients affectant l'évaporation	364
Tableau 4.14	Exemple de tableau de compatibilité pour le stockage de déchets dangereux	364
Tableau 4.15	Concentrations maximales autorisées pour le mélange en vue de co-cuisson ou de co-incinération	365
Tableau 4.16	Valeurs d'émission obtenues avec l'utilisation de bons moteurs et des techniques de réduction	383

Tableau 4.17	Chiffres de production d'énergie nette pouvant être obtenue dans des processus de digestion anaérobie avec un fonctionnement optimal	385
Tableau 4.18	Électricité et chaleur générées avec la digestion anaérobie	385
Tableau 4.19	Réduction signalée des aromatiques polycycliques	388
Tableau 4.20	Techniques de réduction d'air utilisées dans les installations de traitement biologique	392
Tableau 4.21	Techniques à prendre en compte dans la technologie de membrane	406
Tableau 4.22	Efficacité d'élimination des traitements par floculation/flottation et des traitements biologiques des eaux résiduaires	412
Tableau 4.23	Épuration des fumées dans les usines de traitement physico-chimiques importantes en Autriche	414
Tableau 4.24	Concentration des effluents pour une usine autrichienne avant et après le traitement des eaux résiduaires tertiaires (traitement biologique discontinu séquentiel sur site)	415
Tableau 4.25	Exemples de solidification au ciment	4223
Tableau 4.26	Applicabilité des réactifs pour la stabilisation des déchets	425
Tableau 4.27	Installations de traitement thermique	429
Tableau 4.28	Technologies d'extraction à l'acide	431
Tableau 4.29	Comparaison des caractéristiques de désorption thermique et des systèmes d'épuration des fumées	434
Tableau 4.30	Résumé des données de performance pour le lavage des sols	437
Tableau 4.31	Rendements des différents composants pour le lavage des sols	438
Tableau 4.32	Résultats de la remédiation des boues d'épuration du séparateur API par extraction au solvant	438
Tableau 4.33	Niveaux pouvant être atteints avec le procédé d'évaporation mis en œuvre sur des eaux résiduaires	440
Tableau 4.34	Avantages obtenus pour l'environnement de la technologie TFE	451
Tableau 4.35	Économie des usines d'hydrotraitement	454
Tableau 4.36	Composition des différents intrants et extrants issus de différents flux de la station d'épuration des eaux résiduaires dans une raffinerie d'huiles usagées	462
Tableau 4.37	Niveaux pouvant être atteints dans les effluents après une Station d'épuration des eaux résiduaires biologiques dans des unités de traitement des huiles usagées	462
Tableau 4.38	Caractéristiques des effluents d'une station d'épuration des eaux résiduaires dans une installation de régénération des solvants usagés	466
Tableau 4.39	Techniques de réduction appliquées aux installations de valorisation des catalyseurs usagés	469
Tableau 4.40	Référence des rejets à l'air des émissions d'air	472
Tableau 4.41	Valeurs réalisables d'émissions d'eau	474
Tableau 4.42	Applicabilité des techniques de la régénération du charbon actif pour le traitement des gaz d'échappement	474
Tableau 4.43	Coûts et redevance de mise en décharge des huiles usagées pour trois capacités différentes d'installations élémentaires de craquage thermique	491
Tableau 4.44	Techniques de prévention et de réduction appliquées à la production de combustibles issus des déchets dangereux	494
Tableau 4.45	Résumé des coûts pour les contrôles d'émissions pour les sources étendues appliquées à l'excavation et à l'évacuation	496
Tableau 4.46	Filtration de poussière par un filtre tissu	499
Tableau 4.47	Données techno-économiques pour l'absorption	502
Tableau 4.48	Coûts d'immobilisation pour contrôler les émissions de COV venant des systèmes d'extraction et d'évent de la terre	504
Tableau 4.49	Coût du contrôle des rejets à l'air à partir d'une installation de recyclage d'huile typique	504
Tableau 4.50	Données sur la condensation de l'azote liquide	505
Tableau 4.51	Coût du contrôle des rejets à l'air à partir d'une installation de recyclage d'huile typique	506
Tableau 4.52	Qualités des milieux des biofiltres	508
Tableau 4.53	Efficacité du biofiltre dans le traitement des gaz résiduaires issus du traitement biomécanique	509
Tableau 4.54	Plages de concentration pour certains paramètres de l'air d'échappement des traitements biomécaniques montrant l'efficacité de la	



	rétenion du biofiltre pour ces composés	510
Tableau 4.55	Plages de concentration pour certains paramètres de l'air d'échappement des traitements biomécaniques montrant l'efficacité de la rétenion du biofiltre pour ces composés	511
Tableau 4.56	Gaz brut et gaz traité par un biofiltre dans une installation de traitement des bombes aérosol	511
Tableau 4.57	Consommations et coûts des biofiltres	
Tableau 4.58	Résumé des coûts pour les contrôles d'émissions pour les sources étendues appliquées à l'excavation et à l'enlèvement	516
Tableau 4.59	Besoins en énergie pour l'incinération de différentes concentrations hydrocarburées dans le gaz	518
Tableau 4.60	Dépenses d'infrastructures pour contrôler les émissions de COV à partir des systèmes d'extraction SVE (Soil Venting Extraction)	519
Tableau 4.61	Coût du contrôle des rejets à l'air à partir d'une installation de recyclage d'huile typique en utilisant l'incinération	519
Tableau 4.62	Élimination des COV en utilisant la combustion combinée	520
Tableau 4.63	Élimination des COV en utilisant la combustion catalytique	522
Tableau 4.64	Besoins d'énergie pour la combustion catalytique de différentes concentrations d'hydrocarbures dans le gaz	523
Tableau 4.65	Dépenses d'infrastructure pour le contrôle des émissions de COV à partir de systèmes d'extraction SVE (Soil Venting Extraction)	523
Tableau 4.66	Élimination des COV en utilisant une oxydation catalytique avec régénération	525
Tableau 4.67	Besoins en énergie avec une oxydation catalytique à régénération pour différentes concentrations d'hydrocarbures dans le gaz	525
Tableau 4.68	Émissions d'air à partir des installations de destruction thermique des gaz d'échappement issus de plusieurs installations de traitement des huiles résiduelles	528
Tableau 4.69	Traitement thermique des flux contaminés	528
Tableau 4.70	Applicabilité des traitements des gaz résiduels	533
Tableau 4.71	Installation de traitement d'air d'échappement d'une installation de traitement des solvants usagés	534
Tableau 4.72	Réduction combinée des particules et des COV dans une installation de traitement des déchets dangereux	534
Tableau 4.73	Comparaison des filtres à manches et des séparateurs humides pour la réduction des émissions de poussière	534
Tableau 4.74	Comparaison des techniques de réduction d'émissions de COV	535
Tableau 4.75	Techniques de gestion des effluents	538
Tableau 4.76	Concentration des effluents d'une usine physico-chimique avant et après le traitement des eaux résiduaires tertiaires	544
Tableau 4.77	Traitements finaux des résiduaires	545
Tableau 4.78	Paramètres de l'eau surveillés dans des installations de traitement des déchets	556
Tableau 6.1	Nouvelles techniques de destruction des POP	590
Tableau 6.2	Technologies de traitement des huiles usagées en cours de développement	591
Tableau 6.3	Nouvelles techniques susceptibles d'être appliquées à la régénération du charbon activé	591
Tableau 7.1	Codes des pays et monnaie	604
Tableau 8.1	Type d'installations de traitement des déchets et exemples d'installations pour chaque catégorie d'opérations	607
Tableau 8.2	Directives CE en vigueur ayant une incidence sur les huiles usagées	608
Tableau 8.3	Législation de l'Union européenne applicable aux installations de traitement des déchets	608
Tableau 8.4	Valeurs limites d'émission appliquées aux traitements biomécaniques en Allemagne	609
Tableau 8.5	Valeurs limites des émissions atmosphériques pour une installation de régénération des huiles usagées	611
Tableau 8.6	Valeurs limites d'émission des rejets dans l'eau provenant d'une installation de traitement des huiles usagées	612
Tableau 8.7	Dispositions légales concernant les déchets au Royaume-Uni et correspondances entre nations d'origine	
Tableau 8.8	Valeurs limites des émissions dans l'air pour	

	les traitements biomécaniques en Autriche	614
Tableau 8.9	Spécification des huiles usagées à ne pas qualifier de déchets dangereux selon l'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US EPA)	615
Tableau 8.10	Classement européen des déchets	626
Tableau 8.11	Quantité de déchets produits par type de déchets et par pays européen	626
Tableau 8.12	Pourcentage par type de déchets produits et par pays européen	626
Tableau 8.13	Estimation des déchets produits dans certains pays	626
Tableau 8.14	Composition des déchets solides municipaux dans l'Union européenne et production totale dans certains autres pays européens	627
Tableau 8.15	Métaux contenus dans les déchets solides municipaux	627
Tableau 8.16	Quantité d'eau polluée générée en France	627
Tableau 8.17	Déchets traités dans des usines de traitement physico-chimiques en Rhénanie du Nord - Westphalie /Allemagne en 1990 et prévisions pour 2005	628
Tableau 8.18	Quantité de boue d'épuration produite dans certains pays européens	629
Tableau 8.19	Composition et plages de concentration des boues d'épuration	629
Tableau 8.20	Secteurs industriels utilisant des catalyseurs	630
Tableau 8.21	Vue d'ensemble des types de catalyseurs utilisés à des fins industrielles	630
Tableau 8.22	Déchets provenant des centrales électriques à charbon	631
Tableau 8.23	Quantités de déchets issus du traitement d'épuration des fumées (FGT) dans quelques pays européens	632
Tableau 8.24	Principaux composants des déchets issus du traitement d'épuration des fumées (FGT)	633
Tableau 8.25	Huiles usagées pouvant être collectées dans l'Union européenne	637
Tableau 8.26	Estimations des huiles usagées pouvant être collectées au Royaume-Uni (tonnes)	638
Tableau 8.27	Production de solvants et traitement des solvants usagés	638
Tableau 8.28	Matières plastiques usagées	639
Tableau 8.29	Métaux contenus dans les matières plastiques	639
Tableau 8.30	Quantité de bois contaminés produits	639
Tableau 8.31	Quantité de déchets dangereux générés par les secteurs de la construction et de la démolition dans certains pays européens	640
Tableau 8.32	Teneurs en métaux lourds à respecter conformément à BGS	644
Tableau 8.33	Classes de qualité selon SFS 5875/13/	646
Tableau 8.34	Système d'assurance qualité de RWE Umwelt AG	647
Tableau 8.35	Système de classification	647





## CHAMP D'APPLICATION

Ce document et les autres BREF de la série sont destinés à couvrir les activités décrites dans la section 5 de l'annexe I de la directive PRIP, à savoir la gestion des déchets. Un autre BREF est consacré à l'incinération des déchets ainsi qu'à certains traitements thermiques tels que la pyrolyse et la gazéification (point 5.2 de l'annexe I de la directive). Bien que le point 5.4 de l'annexe I concerne les décharges de déchets, le présent BREF n'aborde pas les MTD en ce qui concerne les décharges. Ainsi, le champ d'application de ce document vise les points ci-après de l'annexe I de la directive :

- *Installations pour l'élimination ou la valorisation des déchets dangereux de la liste visée à l'article 1er paragraphe 4 de la directive 91/689/CEE, telles que définies aux annexes II A et II B (opérations R1, R5, R6, R8, et R9) de la directive 75/442/CEE, avec une capacité de plus de 10 tonnes par jour.*
- *Installations pour l'élimination des huiles usagées telle que définie par la directive 75/439/CEE du Conseil, du 16 juin 1975, avec une capacité de plus de 10 tonnes par jour.*
- *Installations pour l'élimination des déchets non dangereux, telle que définie à l'annexe II A de la directive 75/442/CEE sous les rubriques D8, D9, avec une capacité de plus de 50 tonnes par jour.*

Les codes (R/D) correspondant aux opérations de valorisation (R) et d'élimination (D) énumérées dans les annexes II A et II B de la directive 75/442/CEE, qui renvoient à la directive PRIP ont été modifiés en vertu de la décision 96/350/CE de la Commission. Cette dernière modification correspondant à la classification la plus récente des opérations R/D, le tableau ci-dessous récapitule, en accord avec le forum d'échange d'information (IEF) et le groupe de travail technique (TWG) et conformément aux objectifs de la directive PRIP, les codes des types d'opérations sur les déchets prises en considération dans le BREF.

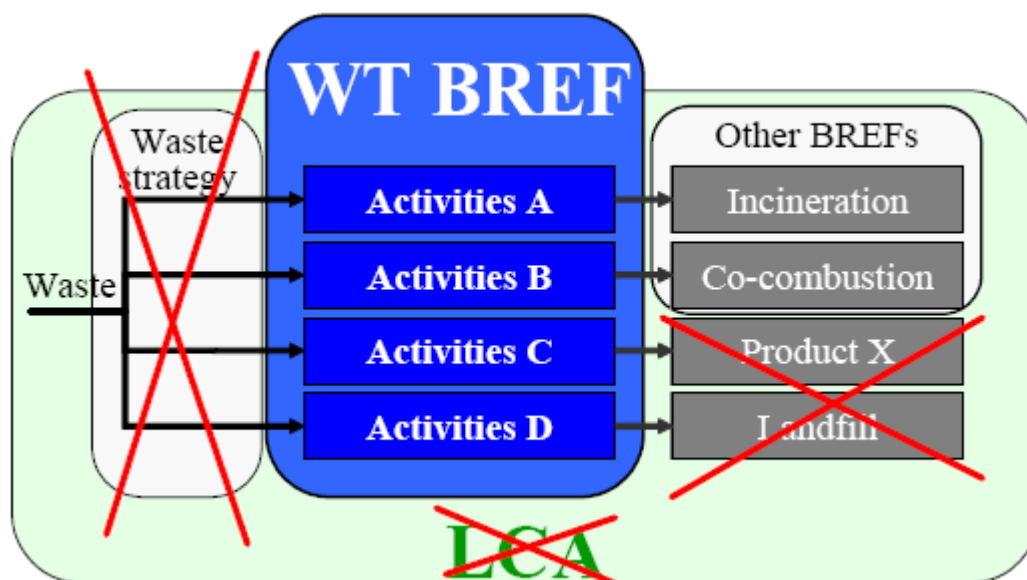
Activité de traitement des déchets	Code R/D 96/350/CE
Utilisation principale comme combustible ou autre source d'énergie	R1
Récupération ou régénération des solvants	R2
Recyclage ou récupération d'autres matières inorganiques (à l'exception des métaux et composés métalliques qui font l'objet d'autres traitements de valorisation (notamment R4)	R5
Régénération des acides ou des bases	R6
Récupération des produits servant à capter les polluants	R7
Récupération des produits provenant des catalyseurs	R8
Régénération ou autres réemplois des huiles	R9
Échange de déchets en vue de les soumettre à des opérations de valorisation (numérotées R1 à R11)	R12
Stockage des déchets préalable à une opération de valorisation (numérotée R1 à R12) (à l'exclusion du stockage temporaire, avant collecte, sur le site de production).	R13
Traitement biologique non spécifié ailleurs dans l'annexe II de la décision 96/350/CE, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés par certaines des opérations d'élimination (numérotées D1 à D12).	D8
Traitement physico-chimique non spécifié ailleurs dans l'annexe II de la décision 96/350/CE, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés par certaines des opérations d'élimination (numérotées D1 à D12) (par exemple, évaporation, séchage, calcination, etc.).	D9
Mélange ou regroupement préalable à des opérations d'élimination (numérotées D1 à D12)	D13
Reconditionnement préalable à des opérations d'élimination (numérotées D1 à D13)	D14
Stockage préalable à l'une quelconque des opérations d'élimination (numérotée D1 à D14) (à l'exclusion du stockage temporaire, avant collecte, sur le site de production).	D15

### Opérations de traitement des déchets visées dans le BREF

Le reste de ce chapitre tente de clarifier les activités qui d'un bout à l'autre de la chaîne de traitement des déchets sont incluses dans ce document.

### Secteur de la gestion des déchets et documents relatifs au traitement des déchets

La chaîne des activités impliquées dans la gestion des déchets est longue et va bien au-delà du champ d'application de la directive PRIP. Les figures ci-après présentent les activités de ce secteur qui sont traitées dans la série de BREF.



Waste	Déchets
Waste strategy	Stratégie de gestion des déchets
<b>WT BREF</b>	<b>BREF sur la gestion des déchets</b>
<b>Activities A</b>	<b>Activités A</b>
<b>Activities B</b>	<b>Activités B</b>
<b>Activities C</b>	<b>Activités C</b>
<b>Activities D</b>	<b>Activités D</b>
Other BREFs	Autres BREF
Incineration	Incinération
Co-combustion	Co-combustion
Product X	Produit X
Landfill	Décharge
<b>LCA</b>	<b>Evaluation du cycle de vie</b>

### Gestion des déchets et BREF sur le traitement des déchets

Remarque : les domaines barrés d'une croix ne sont pas traités dans le présent document

Une évaluation exhaustive, sur l'ensemble du cycle de vie, appliquée à certains déchets permet d'examiner tous les maillons de la chaîne des déchets, ainsi que les incidences des produits finaux ou des déchets sur l'environnement. La directive PRIP ne porte pas sur ces analyses, elle est davantage centrée sur les installations. Par exemple, le principe de la réduction maximale de la quantité et/ou de la toxicité des déchets produits à la source dans les installations industrielles est inhérent à la directive PRIP et est pris en compte dans le BREF de chaque secteur industriel (voir liste au verso de la page de titre du présent document). Un autre exemple montre que la gestion des déchets comporte également des décisions stratégiques quant au type de déchets traités par chaque option/procédé/traitement disponible ou quant à la nature du traitement appliqué à ces déchets. Ces décisions sont fonction des options de traitement des déchets disponibles aux niveaux local, régional, national ou international, ce qui dépend également du lieu de production des déchets.

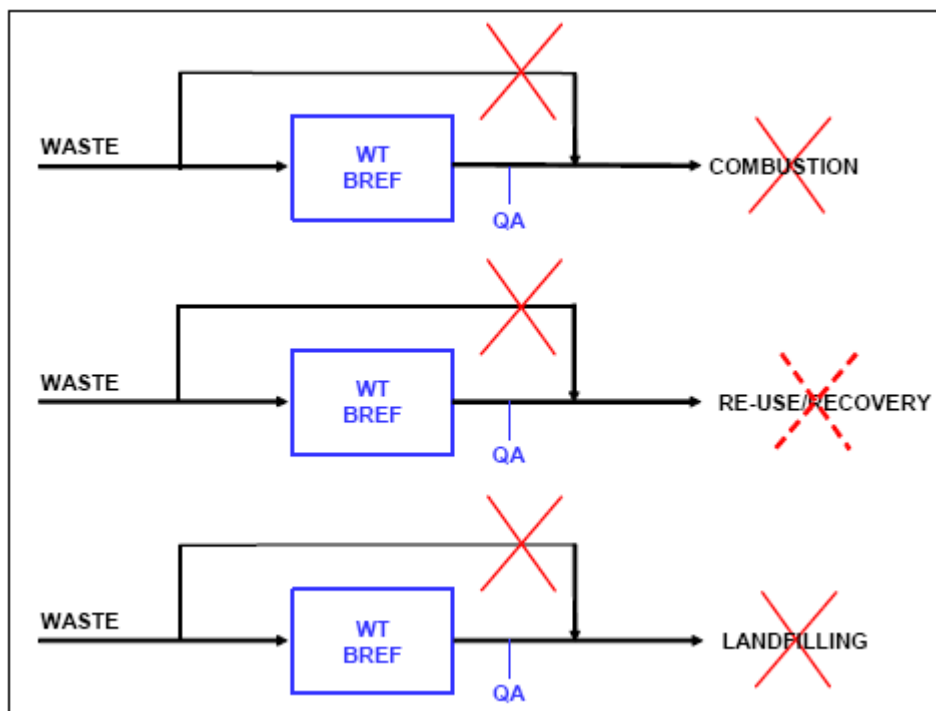
Comme représenté sur la figure ci-dessus, la combustion réelle des déchets n'est pas incluse dans le champ d'application du présent document. Elle est traitée dans chaque BREF individuel, où sont analysés les différents procédés de combustion en fonction du secteur industriel auquel ils s'appliquent (par exemple, incinération des déchets, grandes installations de combustion, cimenteries). En incluant le traitement des déchets destinés à servir de combustibles, le présent document concerne les traitements susceptibles d'être appliqués afin de rendre les différents types de déchets appropriés à la qualité de combustible requise par les différents procédés de combustion.

Certaines matières sont classées selon la législation par exemple comme combustibles de récupération (REF, recovered fuel), combustibles dérivés des déchets (RDF, refuse derived fuels) ou combustibles solides de récupération (solid recovered fuels, SRF). Il n'est pas prévu ici de débattre sur la définition d'un quelconque terme lié aux déchets. Par exemple, en ce qui concerne les derniers, certaines informations sont disponibles dans les propositions du Comité européen de normalisation (CEN). Par ailleurs, conformément à la législation, certaines de ces matières peuvent être classés comme dangereuses.

Le présent document comporte les traitements permettant de réutiliser ou de valoriser les déchets. Toutefois, il ne comprend pas les options de réutilisation ou de valorisation qui transfèrent directement les déchets d'un secteur industriel à un autre sans aucun traitement (par exemple la réutilisation des sables de fonderie ou de certains catalyseurs compatibles comme matières premières dans les cimenteries, la réutilisation des métaux usagés dans le traitement des métaux non ferreux). Voir à ce sujet la figure suivante.

Comme indiqué ci-dessus, ce document ne comporte aucune technique relative aux décharges. Les seules questions abordées sont celles concernant le traitement des déchets afin de les rendre davantage appropriés à leur mise en décharge.

La figure ci-après essaie de clarifier et de résumer les questions traitées dans les paragraphes ci-dessus.



WT BREF	BREF SUR LE TRAITEMENT DES DECHETS
WT BREF	BREF SUR LE TRAITEMENT DES DECHETS
WT BREF	BREF SUR LE TRAITEMENT DES DECHETS
WASTE	DECHETS
WASTE	DECHETS
WASTE	DECHETS
COMBUSTION	COMBUSTION
RE-USE/RECOVERY	RE-UTILISATION/VALORISATION
LANDFILLING	DECHARGE
QA	
QA	
QA	

#### Exemples de traitements des déchets exclus de ce document

Remarque : QA : assurance qualité

#### Activités de traitement des déchets traitées dans le présent document

Considérant la totalité des questions/arguments énoncés ci-dessus, l'annexe I de la directive PRIP, les autres BREF publiés ou en cours de production et l'avis légal de la Commission européenne, le tableau ci-après récapitule les activités de traitement des déchets qui sont abordées dans le présent document :

Traitement	Type de déchets ou exemples de type de déchets	Informations supplémentaires
Installations principalement destinées aux traitements aboutissant à l'élimination des déchets		Le groupe de travail technique a reconnu que dans de nombreux cas, il existe des installations dans lesquelles il est très difficile de différencier les matières produites destinées à une autre utilisation de celles destinées à être éliminées : par exemple, des variations liées aux fluctuations du marché, à la disponibilité des déchets ou à la composition

		des déchets peuvent signifier qu'en fonction des conditions du moment, les matières produites par l'installation pourront être recyclées, éliminées ou même dans certaines conditions économiques vendues comme matières premières /produit pour d'autres procédés.
Tous types	Sol excavé	
Tous types	Matières contenant des CFC	Certains incinérateurs d'hydrochlorofluorocarbures (HCFC)
Tous types	Matières contaminés par les POP (par ex. PCB et dioxines)	Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen et au Comité économique et social européen (COM(2001) 593) La communication fait référence à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (PRIP) et aux MTD (pages 4, 15, 17) mais spécifiquement au document de référence sur les meilleurs techniques disponibles pour le traitement des déchets (dénommé R&D sur les déchets). Il stipule : « Dans le cadre du document de référence sur les MTD relatif à la récupération des déchets et aux activités d'élimination, qui doit être élaboré entre 2002 et 2004, on veillera en particulier à déterminer les MTD pour le traitement des déchets contaminés par les PCB et les dioxines ». L'incinération de ces matières ne fait pas partie des sujets traités.
Tous types	Boue huile/eau	
Tous types	Plastiques contenant des polluants	
Tous types	Boue provenant des procédés de traitement des eaux résiduaires (WWTP)	
Tous types	Catalyseurs épuisés	Le secteur du traitement des catalyseurs comprend les traitements capables de transformer un catalyseur épuisé en catalyseur réutilisable ou régénérable. Toutefois, sont exclues du présent document les options d'utilisation qui consistent à effectuer un transfert direct d'un secteur industriel à un autre sans qu'aucun traitement ne soit nécessaire (par exemple, la réutilisation des catalyseurs comme matières premières dans les cimenteries, la réutilisation des métaux usagés dans le traitement des métaux non ferreux). Ces questions sont abordées dans les BREF de chaque secteur industriel. Ce document prend en compte et analyse l'impact des différents types de déchets à gérer et à transformer en une forme appropriée à leur utilisation dans certains procédés. La régénération des catalyseurs peut être réalisée sur site ou hors site. Ce document traite des installations hors site. Les catalyseurs épuisés peuvent parfois être régénérés dans des installations intégrées aux procédés industriels. La régénération des catalyseurs réalisée dans des installations intégrées à titre d'activité associée n'est pas abordée dans le présent document. De ce fait, ce document met l'accent sur les installations de

		régénération indépendantes.
Tous types	Déchets contaminés par le mercure	
<b>Traitements courants</b>		
Assemblage et mélange		
Reconditionnement		
Stockage des déchets et des matières premières		BREF sur les systèmes de stockage Stockage intermédiaire des déchets
Réception des déchets, échantillonnage, contrôle et analyse		Activités associées aux installations de traitement des déchets
Transfert des déchets et installations de manutention		
Stations de transfert des déchets (dangereux ou non dangereux)		
<b>Traitements biologiques</b>		
Traitements aérobies/anaérobies	Sol contaminé excavé	Réhabilitation ex-situ
Traitement aérobies/anaérobies	Déchets non triés à la source (par ex. déchets municipaux en mélange)	Pré-traitement avant élimination, générant une matière inadaptée à une utilisation comme produit compostable
Traitement biologique	Liquides aqueux biodégradables, par ex. déchets alimentaires, méthanol et autres solvants miscibles dans l'eau	Déchets liquides en vrac stockés en bassin dans les stations d'épuration des eaux résiduaires Traitement aérobies et/ou anaérobies selon la configuration de la station d'épuration
Traitements mécaniques et biologiques		Pré-traitement avant élimination
<b>Traitements physico-chimiques</b>		
Neutralisation des acides	Acides chlorhydrique, sulfurique, nitrique, fluorhydrique, phosphorique et sels d'acides, tels que le chlorure d'aluminium, etc.	Mélange des acides avec des déchets alcalins ou des matières premières, telles que la chaux. Les acides nitrique et fluorhydrique sont habituellement traités séparément.
Traitement/neutralisation des alcalins	Hydroxyde de sodium et hydroxyde de potassium, chaux, solution d'ammoniacale, sels d'ammonium et composés aminés	Substances caustiques, alcalins et chaux neutralisées avec des acides. La technique dite du stripping permet de traiter des solutions aqueuses d'ammoniacale au moyen d'un flux d'air les traversant à contre-courant. Les sels d'ammonium et les amines doivent conserver un pH < 9 pour éviter un dégagement gazeux.
Traitement de l'acide chromique	L'oxyde de chrome (CrO <sub>3</sub> ) est un agent acide, toxique, hydrosoluble et oxydant	Conversion du chrome hexavalent (Cr <sup>6+</sup> ) en chrome Cr <sup>3+</sup> moins dangereux par l'addition d'un agent réducteur tel que le métabisulfite de sodium suivie d'une précipitation
Traitement du cyanure	Sels de cyanure, par exemple, cyanure de sodium provenant des traitements de surface des métaux	Conversion du cyanure en cyanate moins dangereux avec maintien du pH > 10 au moyen d'un agent oxydant
Déshydratation	Boue créée par sédimentation	Production d'un gâteau de filtration solide par une filtration à travers des filtres centrifuges/des filtres en tissu, des toiles filtrantes ou des filtres-presses
Traitements ex-situ	Sol contaminé excavé	
Filtration	Effluents issus de la	Microfiltration et ultrafiltration pour éliminer

	déshydratation. S'utilise aussi pour les matières aqueuses contaminées avec de l'huile	les particules. Il est possible d'utiliser la nanofiltration et l'osmose inverse pour éliminer les molécules dissoutes, bien qu'il ne s'agisse pas de traitements physico-chimiques couramment employés.
Installations de réception portuaires	Eau contaminée	
Séparation huile/eau	Matières aqueuses contaminées par de l'huile	Séparateurs à plaques inclinées ou séparateurs par plaques de coalescence utilisant la différence de gravité spécifique
Traitement physico-chimique	Amiante	
Traitement physico-chimique	Bois contaminé	
Traitement physico-chimique	Céramiques réfractaires contaminées	
Traitements physico-chimiques	Déchets liquides, boueux et déchets solides (par ex. sels et solutions contenant des cyanures, des pesticides, des biocides et des agents de conservation du bois contaminé)	Les traitements physico-chimiques sont utilisés en pratique dans un sens très large et comprennent toutes les mesures pour traiter les déchets liquides, boueux et solides. Séparation de phases (élimination des particules, désémulsification, séparation des liquides insolubles, précipitation, sédimentation), traitements mécaniques, évaporation, déshydratation, séchage, stabilisation et solidification des déchets, neutralisation, détoxification, calcination, assemblage, mélange.
Précipitation	Métaux par ex. Zn, Ni, Cr, Pb, Cu	Précipitation au moyen d'acides et d'alcalins pour ajuster le pH afin d'atteindre les solubilités minimales
Séparation du mercure dans les déchets	Déchets contaminés par du mercure	
Séparation, traitement physico-chimique	Mélanges huile/eau et émulsions	
Sédimentation (clarification)	Effluent contenant des acides neutralisés/alcalins, des métaux précipités et d'autres particules solides	Les particules se déposent avant d'être éliminées des effluents. L'agglomération des particules et l'efficacité de la sédimentation peuvent être facilitées par l'ajout d'un flocculant. Le procédé de flottation induite avec des bulles d'air (ou DAF, Dissolved Air Flotation, Flottation à air dissous) permettant de produire un solide flocculé flottant est utilisé dans certaines installations (principalement pour les boues organiques)
Solidification et stabilisation	Cendres volantes et cendres lourdes avant mise en décharge. Dans certains cas, s'utilise pour les hydrocarbures liquides et semi-solides. Déchets solides industriels minéraux et boues	Les cendres lourdes sont essentiellement traitées dans d'autres BREF en tant que partie des procédés qui y sont décrits. Mélange des déchets avec des absorbants ou des liants, par exemple la bentonite, les cendres, les poussières de fours de cimenterie, pour réduire l'impact sur l'environnement
Traitements UV et ozone	Eau contaminée	
<b>Traitements appliqués principalement à la valorisation des déchets</b>		
Reconcentration	Acide et bases	Installations de régénération thermique du HCl et de reconcentration du H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> épuisé. Le reste des procédés de régénération de l'acide sulfurique est traité dans le BREF sur

		les produits chimiques inorganiques en grands volumes (LVIC)
Valorisation des matières	Déchets provenant de la réduction de la pollution	
Valorisation des métaux	Déchets issus de l'industrie photographique, liquides et solides	
Régénération	Solvants organiques	
Régénération	Résine échangeuse d'ions épuisée	
Régénération et traitement	Charbon actif épuisé	Comprend la régénération du charbon actif. La régénération du charbon actif épuisé dans la production de chlore-alcali à base de mercure est traitée dans le BREF correspondant
Régénération	Huiles	
<b>Traitements appliqués principalement à la production de combustibles</b>		
Préparation des déchets destinés à servir de combustibles	Matières dangereuses et non dangereuses	Tous types de traitements (par ex. regroupement, assemblage, mélange, séparation) pour la préparation des déchets à utiliser dans tous les types de procédés de combustion (incinération, grandes installations de combustion, cimenteries, usines chimiques, installations sidérurgiques, etc.)
Préparation des combustibles solides issus des déchets	Déchets non dangereux	Par exemple provenant des déchets municipaux solides, des déchets commerciaux
Préparation des combustibles solides issus des déchets	Déchets dangereux	
Préparation de combustibles liquides à partir de déchets liquides, par exemple traitement ou assemblage des huiles	Huiles usagées Huiles (y compris les huiles végétales) Huiles contaminées avec de l'eau Solvants organiques	Tous les types de traitements appliqués aux huiles usagées ou aux solvants usagés sont traités dans ce document (par ex. nettoyage des huiles usagées et traitement ultérieur, régénération). Filtration grossière, chauffage et/ou centrifugation et assemblage pour produire la matière à brûler

**Déchets et installations de traitement des déchets couverts dans le présent document**



## 1 INFORMATIONS GENERALES

[5, Concawe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [14, Ministry for the Environment, 2000], [36, Viscobule, 2002], [39, Militon et al., 2000], [40, Militon et Becaude, 1998], [41, UK, 1991], [42, UK, 1995], [53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [100, UNEP, 2000], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [122, Eucopro, 2003], [124, Iswa, 2003], [125, Ruiz, 2002], [126, Pretz et al., 2003], [128, Ribí, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

### 1.1 Objectif du traitement des déchets

Les produits secondaires sont inhérents à tous les procédés industriels et en règle générale, ne peuvent pas être évités. En outre, l'utilisation de produits par la société donne lieu à des résidus. Dans de nombreux cas, ces types de matières (produits secondaires et résidus) ne peuvent pas être réutilisés par d'autres moyens et deviennent parfois non commercialisables. Ces matières sont généralement données à des tiers en vue d'un traitement ultérieur.

La raison du traitement de déchets n'est pas toujours la même et dépend souvent du type de déchet et de la nature de sa destination ultérieure. Certains traitements des déchets et certaines installations des déchets sont polyvalents. Dans le présent document, les raisons principales du traitement des déchets sont les suivantes :

- réduire la nature dangereuse des déchets
- séparer les déchets en composants individuels, dont certains ou la totalité peuvent ensuite être utilisés/faire l'objet d'un traitement supplémentaire
- réduire la quantité des déchets ultimes à éliminer
- transformer les déchets en matière utile.

Les procédés de traitement de déchets peuvent impliquer le déplacement et le transfert de substances entre milieux. Par exemple, certains procédés de traitement produisent des effluents liquides envoyés dans les égouts et des déchets solides mis en décharge, tandis que d'autres donnent lieu à des émissions atmosphériques principalement pour cause d'incinération. En variante, les déchets peuvent être transformés pour être adaptés à une autre filière de traitement, comme dans la combustion des mazouts de récupération. Il existe également un certain nombre d'activités annexes importantes associées au traitement, telles que l'acceptation et le stockage des déchets, dans l'attente d'un traitement sur site ou d'une évacuation hors du site.

### 1.2 Installations de traitement des déchets

Cette section présente une vue d'ensemble du secteur du traitement des déchets dans l'Union européenne. Elle comprend une brève explication des traitements mis en œuvre.

Le secteur des déchets est extrêmement réglementé dans l'Union européenne. De ce fait, la terminologie couramment utilisée dans ce secteur donne lieu à de nombreuses définitions juridiques (par exemple, déchets, déchets dangereux). Certaines définitions sont aussi disponibles dans la directive-cadre européenne concernant les déchets ainsi que dans ses amendements.

Au final, les déchets sont soit valorisés, soit éliminés. Les installations de traitement des déchets réalisent, de ce fait, des opérations ayant pour objectif la valorisation ou l'élimination des déchets. Elles ne sont généralement pas considérées comme produisant un produit à l'instar d'autres secteurs industriels. En revanche, on considère qu'elles fournissent des services à la société pour permettre à celle-ci de gérer ses déchets. En règle générale, un centre de traitement des déchets comporte le terrain contiguë, des structures et d'autres surfaces utilisées pour le stockage, la valorisation, le recyclage, le traitement ou l'élimination des déchets.

Comme c'est le cas pour les types de déchets, les activités de traitement des déchets font l'objet d'un classement légal figurant dans l'annexe II de la directive-cadre sur les déchets. Une copie de ce classement se trouve à la section 8.1.1 de l'annexe du présent document, accompagnée d'exemples d'applications.

Le concept d'une installation consacrée à la gestion des déchets n'est pas nouveau. Bien avant l'émergence de la législation sur les déchets (dangereux ou non dangereux), les entreprises qui produisaient des déchets avaient déjà reconnu la nécessité de leur faire subir des traitements spéciaux et de les éliminer. De nombreux producteurs de déchets ont construit et mis en œuvre leurs propres installations consacrées aux déchets, en général des installations situées sur le site de production.

D'autres entreprises qui produisaient des déchets et qui ne disposaient pas d'un site adapté ou qui ne généraient pas un volume de déchets suffisamment grand pour justifier l'investissement dans une installation sur site, transportaient leurs déchets hors site dans des installations spécialisées pour le traitement et l'élimination des déchets. De telles installations sont généralement qualifiées d'installations commerciales, hors site. L'industrie de la gestion des déchets sur un mode commercial fut ainsi à l'origine du développement de ces installations hors site à la fin des années 1960. Son rôle était de collecter et de transporter les déchets vers des installations spécialisées hors site, chargées de réaliser le traitement et l'élimination des déchets en question.

Tout comme il existe de nombreux types de déchets, il existe de multiples manières de les traiter. Par exemple, il existe au moins cinquante technologies appliquées commercialement au traitement des déchets dangereux. Une installation de traitement des déchets peut fonctionner en utilisant une seule technologie ou en associant plusieurs technologies, notamment lorsqu'il s'agit d'une installation commerciale desservant plusieurs producteurs de déchets.

Il existe quelques différences entre une installation typiquement commerciale hors site et une installation sur site qui est généralement spécialisée dans le traitement d'un type de déchet particulier. Ces différences proviennent en partie du fait qu'une installation hors site accepte des déchets externes à la communauté locale tandis qu'une installation sur site traite uniquement les déchets engendrés par ce que l'on peut qualifier comme une activité économique importante et s'inscrivant dans la durée au sein de la communauté. D'un point de vue technique, l'installation hors site traite généralement un éventail plus étendu de type de déchets et est, en règle générale, plus grande et plus complexe.

Par exemple, les installations de traitement de déchets hors site peuvent être classées comme suit :

- Installations ayant pour objet principal la valorisation des matières en produits commercialisables (en règle générale, des solvants, des huiles, des acides ou des métaux). Certaines utilisent la valeur énergétique des déchets.
- Installations ayant pour objet la modification des caractéristiques physiques ou chimiques des déchets, ou la dégradation ou la destruction de leurs constituants, en faisant appel à un quelconque procédé parmi les nombreux procédés physiques, chimiques, thermiques ou biologiques.
- Installations ayant pour objet le dépôt permanent des déchets sur ou dans le sol. De telles installations ne sont pas traitées dans ce document.

Les paragraphes ci-après de cette section présentent des compléments d'informations spécifiques sur les types d'installations de traitement des déchets, classées selon le principal type de traitement réalisé. Tous les types de traitement des déchets abordés dans le présent document ne figurent cependant pas dans cette section, probablement pour la raison qu'il s'agit alors de traitements considérés comme très mineurs.

### 1.2.1 Installations de transfert des déchets

Les opérations réalisées dans ces installations comprennent : la réception, le regroupement, le tri, l'attente de transfert, avant une soumission à une opération d'élimination/valorisation. Dans certains cas, des opérations d'assemblage et de mélange peuvent y être réalisées. Les stations de transfert des déchets peuvent impliquer des opérations individuelles ou peuvent faire partie intégrante d'un procédé de traitement. Tous les sites entreprennent généralement un certain type de regroupement afin d'agglomérer les solides, où les liquides sont décantés d'un conteneur à un autre. Le transfert des liquides peut s'effectuer à partir d'un camion citerne jusqu'à un réservoir de stockage ou à partir de fractions d'un litre jusqu'à un fût de plus de 200 litres. Les opérations généralement réalisées sont l'inspection, l'échantillonnage, le tri physique et le conditionnement, la décantation, l'assemblage, le dépotage des fûts, le stockage, la récupération des fûts/conteneurs IBC, (Intermediate Bulk Container, Conteneurs intermédiaires pour produits en vrac) et dans certains cas l'élimination des lingettes de nettoyage, la solidification et le broyage des filtres à huile. Les stations de transfert des déchets tendent à être classées en deux catégories en fonction de l'objectif de l'installation :

- **Station de transfert centrée sur le flux sortant.** Il s'agit de sites qui alimentent d'autres procédés : par ex. régénération des solvants, incinération, traitement chimique. Ces sites ciblent des flux de déchets spécifiques qui peuvent être vérifiés, analysés et regroupés afin de fournir un stock d'alimentation stable pour un procédé associé. Ils peuvent également accepter et traiter un éventail d'autres matières afin de fournir un service complet à leurs clients. Ils tendent à gérer une proportion beaucoup plus élevée de certains flux de déchets pour lesquels sont donc mis en place des systèmes d'acceptation, de stockage et de contrôle.
- **Station de transfert centrée sur les déchets entrants.** Il s'agit de sites indépendants des stations de transfert qui acceptent généralement un éventail complet de matières provenant de l'environnement géographique immédiat. En règle générale, ils effectuent aussi le regroupement et l'assemblage des matières afin de produire un éventail de flux de déchets appropriés à une élimination par le biais de différents procédés de traitement, de valorisation et d'élimination, mais ils ne ciblent habituellement pas un groupe de déchets spécifique. Il peut exister un glissement vers certains flux de déchets particuliers, mais cette situation est vraisemblablement due à des modèles locaux de production des déchets et à des opportunités commerciales plutôt qu'à la nécessité de fournir un stock d'alimentation à un procédé aval particulier.

La majorité des opérations liées à la préparation de déchets peut être classée en deux groupes :

- **Regroupement/reconditionnement.** Dans ce cas, l'objectif est de regrouper des déchets en petites ou moyennes quantités, lorsqu'ils sont de même nature et compatibles. Les déchets obtenus doivent néanmoins encore être traités. Le regroupement a pour objectif d'obtenir des volumes plus grands et plus homogènes en vue du traitement des déchets, d'améliorer la sécurité (par exemple faciliter la manutention) et de rationaliser les coûts logistiques. La combinaison des procédés mis en œuvre dans la préparation des déchets et dans les opérations de pré-traitement dépend des spécifications du traitement final.
- **Pré-traitement** Dans ce cas, l'objectif est d'adapter les déchets au type de valorisation et/ou d'élimination du traitement final disponible. Le pré-traitement recouvre plusieurs aspects. Il peut être défini comme un ensemble d'opérations conduisant à une homogénéisation de la composition chimique et/ou des caractéristiques physiques des déchets. Le pré-traitement produit des déchets, qui peuvent être très différents des déchets initiaux, même si ce n'est pas le cas d'un point de vue réglementaire. Ces déchets pré-traités doivent encore être traités dans une unité de valorisation et/ou d'élimination. A la fin du procédé de pré-traitement, les déchets pré-traités doivent satisfaire aux spécifications chimiques et physiques fixées par les utilisateurs finaux.

Les activités de regroupement et de pré-traitement peuvent être situées sur le même site que le traitement final, sur le site de production des déchets ou sur un site particulier prévu à cet effet. Néanmoins, indépendamment de l'emplacement, les procédés mis en œuvre sont les mêmes.

Le Tableau 1.1 ci-dessous présente le nombre d'installations de transfert des déchets et leur capacité dans les différents pays européens.

Pays	Nombre d'installations connues		Capacité connue (kt /an)	
	Installations dangereuses	Installations non dangereuses	Installations dangereuses	Installations non dangereuses
Belgique	10			
Danemark	0		0	
Allemagne	125			
Grèce	6			
Espagne	68			
France			3 000	
Irlande	12			
Italie	0		0	
Luxembourg	1			
Pays-Bas	2			
Autriche	16			
Portugal	5	143	3 975 m <sup>3</sup>	Y
Finlande	5	0 <sup>1</sup>	58	0
Royaume-Uni	439	2 073		
Islande	0		0	
Norvège	0		0	
<b>TOTAL</b>	<b>689</b>	<b>2 216</b>		

<sup>1</sup> Aucune installation non dangereuse, autre que celles où les déchets sont déchargés afin de permettre leur préparation pour un traitement ultérieur.  
Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.

**Tableau 1.1 : Installations de transfert des déchets**

[39, Militon et al., 2000], [60, Azkona et Tsotsos, 2000], [61, Weibenbach, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

### 1.2.2 Installations avec traitement biologique des déchets

Se reporter au chapitre Champ d'application du présent document pour connaître les traitements biologiques des déchets abordés dans ce document. Toutefois, il est à noter que les données contenues dans le Tableau 1.2 font référence à tous les traitements biologiques, y compris ceux exclus du champ d'application. La raison en est que les statistiques disponibles font généralement référence à des données nationales et qu'il est difficile d'en extraire les informations concernant uniquement les installations traitées dans le champ d'application de ce document.

Pays	Nombre d'installations connues		Capacité connue (kt /an)	
	Installations dangereuses	Installations non dangereuses	Installations dangereuses	Installations non dangereuses
Belgique	5	Y		
Danemark	1	0		0
Allemagne	57	200		
Grèce	0	Y	0	
Espagne	3	Y	140	
France	0	Y	0	
Irlande	1	Y		
Italie	74	3	0	180
Luxembourg	0	Y	0	
Pays-Bas	7	Y		
Autriche	8	16 <sup>1</sup>	103	706 <sup>1</sup>
Portugal	1	9	88	514
Finlande	20	41	98	305
Suède		Y		
Royaume-Uni	0	173		
Islande	0	0	0	0
Norvège	0	Y	0	
<b>TOTAL</b>	<b>177</b>	<b>442</b>	<b>429</b>	<b>1 705</b>

Y : données existantes mais non disponibles

<sup>1</sup> Ces données correspondent uniquement aux traitements biomécaniques

Les données présentées dans ce tableau correspondent à tous les types de traitement biologiques et non pas uniquement à ceux en rapport avec les traitements énoncés dans le champ d'application du présent document. C'est pourquoi le nombre d'installations traitées par ce document est inférieur aux chiffres figurant dans ce tableau.

Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.

**Tableau 1.2 : Installations de traitement biologique des déchets**

[39, Milton et al., 2000], [60, Azkona et Tsotsos, 2000],[61, Weibenbach, 2001],[86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

En Finlande, il existe 561 installations de traitement des eaux résiduaires dans lesquelles les boues des fosses septiques sont également traitées. Il existe 41 installations (27 aérobies et 14 anaérobies) pour traiter les déchets non dangereux. Outre les installations de traitement des déchets non dangereux indiquées dans le Tableau 1.2, on dénombre également 129 installations de compostage, avec une capacité totale de 542 kt/an.

Dans certains pays (par exemple au Royaume-Uni et en Italie), le traitement biologique est principalement réalisé par les compagnies des eaux, qui utilisent la capacité existante sur leurs stations d'épuration des eaux résiduaires. On estime qu'il existe potentiellement environ 30 installations possibles. Les volumes de déchets traités sont petits, ils représentent généralement moins de 1% des entrées des stations d'épuration des eaux résiduaires, mais dans certains cas, cela représente une charge DCO importante (dans un cas 50 % de l'apport en DCO total pour la station d'épuration des eaux résiduaires). Toutefois, ce type de traitement pose question parce qu'il existe un risque de dilution des contaminants et de contaminer les boues du réseau d'assainissement issus de ce type de traitement.

### 1.2.3 Installations de traitement physique des eaux résiduaires

Ce secteur est représenté par un large éventail de procédés qui sont classés comme étant des « traitements chimiques ». Ces procédés vont des systèmes d'assemblage sans aucune interaction chimique réelle aux installations complexes avec une gamme d'options de traitement, dont certaines sont conçues à la demande pour des flux de déchets spécifiques.

Le procédé est conçu pour traiter les eaux résiduaires (contaminées, par exemple, avec des acides/alcalins, des métaux, des sels, des boues d'épuration), mais accepte habituellement une gamme de matières organiques telles que, par exemple, les eaux de lavage et de rinçage des installations de traitement, les résidus provenant de la séparation huile/eau, les déchets du nettoyage, les déchets des séparateurs, etc. Ceux-ci peuvent contenir presque toutes les matières industrielles. Il est vraisemblable que le procédé de traitement aura un certain effet sur les matières organiques : par exemple, en raison de l'oxydation chimique de la DCO, certaines matières organiques peuvent être adsorbées ou entraînées dans les boues d'épuration ou encore, dans le cas d'un traitement à émulsion, une partie de la quantité de matières organiques peut être séparée de la phase aqueuse.

Ces systèmes de traitement éliminent et/ou détoxifient les constituants dangereux dissous ou en suspension dans l'eau. La sélection et l'ordre des procédés unitaires sont déterminés par les caractéristiques des déchets entrants et la qualité requise pour les effluents. A titre d'exemple, une installation de traitement physico-chimique des eaux résiduaires comporte généralement les procédés unitaires suivants : décyanuration, réduction du chrome, précipitation des métaux en deux étapes, réglage du pH (par exemple, neutralisation), filtration des solides, traitement biologique, adsorption sur charbon, déshydratation des boues d'épuration, coagulation/floculation et d'autres encore.

Pays	Nombre d'installations connues		Capacité connue (kt /an)	
	Installations dangereuses	Installations non dangereuses	Installations dangereuses	Installations non dangereuses
Belgique	8	Y		
Danemark	4	Y		
Allemagne	249	9 000		
Grèce	0	0	0	0
Espagne	49		901	
France	19	Y	301	
Irlande	4	Y		
Italie	147	Y		
Luxembourg	1	0		0
Pays-Bas	30	0		0
Autriche	33	Y	515	
Portugal	2	Y	22 000 m <sup>3</sup>	
Finlande	36	0 <sup>1</sup>	144	0
Royaume-Uni	32	289		
Islande	0	0	0	0
Norvège	4	Y		
<b>TOTAL</b>	<b>618</b>	<b>9 289</b>	<b>1 883</b>	

Y : données existantes mais non disponibles

<sup>1</sup> Aucune installation non dangereuse pour cette opération uniquement

Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.

**Tableau 1.3 : Installations de traitement physico-chimique des déchets**  
[60, Azkona et Tsotsos, 2000], [61, Weibenbach, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]



Le traitement physico-chimique (Ph-c) des eaux résiduelles scinde les déchets en un autre type de déchets (généralement solides) et en un effluent aqueux qui n'est habituellement pas considéré comme un déchet car il relève d'une autre législation.

Les usines de traitement physico-chimique sont indispensables pour les petites et les moyennes entreprises, incluant les entreprises commerciales. Les déchets devant être traités dans des usines de traitement physico-chimique vont, dans le futur, continuer à être générés (au cours de la production) ; l'acceptation obligatoire des déchets par les installations de traitement physico-chimique (Ph-c) généralement accessibles constitue un avantage pour le commerce et l'industrie, en facilitant l'élimination correcte des déchets et en allégeant le fardeau économique de l'industrie et le commerce.

Les principales configurations identifiées sont les suivantes :

- Installations de traitement physico-chimique (Ph-c) internes à la société. Elles sont spécialisées dans le traitement des déchets produits par une entreprise.
- Installations de traitement physico-chimique (Ph-c) généralement accessibles (installations de service). Elles sont appropriées pour le traitement des déchets produits dans certaines régions.

#### **1.2.4 Installations de traitement des cendres de combustion et des résidus issus de l'épuration des fumées**

Les procédés de combustion génèrent parfois des déchets solides. Ces déchets solides sont généralement qualifiés de « cendres ». Deux types de cendres sont en règle générale présents ; les « cendres lourdes », qui se trouvent habituellement dans la partie inférieure de la chambre de combustion et les « cendres volantes » qui sont plus petites et qui sont entraînées avec les fumées de combustion. Ces dernières sont généralement récupérées par des équipements d'épuration des fumées. De tels équipements d'épuration des fumées s'utilisent non seulement pour les cendres volantes mais également pour l'extraction des autres gaz brûlés polluants. Ainsi, différents types de déchets peuvent être générés. Cette section concerne les installations qui traitent ces types de déchets particuliers générés au cours des procédés de combustion ainsi que d'autres procédés d'épuration des fumées.

Les cendres de combustion et les résidus issus de l'épuration des fumées sont l'un des principaux flux de déchets traités par des procédés de stabilisation et de solidification, soit à l'intérieur de l'unité de combustion (par exemple, dans certains incinérateurs), soit dans des installations de traitement des déchets. Il existe d'autres procédés, à savoir la vitrification, la purification et le recyclage de certains composants (par exemple, des sels). Un autre procédé de traitement des cendres de combustion implique la fusion des cendres par plasma à des températures très élevées afin de les vitrifier. Il existe en France une installation dont la capacité totale de traitement est de 3,5 kt/an.

#### **1.2.5 Installations de traitement des déchets contaminés par les PCB**

L'incinération, sous couvert qu'elle puisse être proposée, est la technologie la plus couramment disponible et utilisée pour l'élimination par destruction des PCB. La destruction complète des PCB par incinération suppose des conditions bien définies (par exemple, une température élevée et une durée de traitement plus importante). Toutefois, en raison de son coût et de son absence dans bon nombre de pays, des technologies de remplacement sont parfois utilisées.

#### **1.2.6 Installations de traitement des huiles usagées**

Les huiles de lubrification usagées peuvent être valorisées de manière à avoir une qualité essentiellement égale à certains groupes d'huiles de base utilisées pour produire des huiles de

lubrification (certaines huiles de base des groupes III et IV plus rarement, voire jamais, contiennent des huiles régénérées). Ce procédé est qualifié de « re-raffinage des huiles usagées ».

La valorisation des huiles provenant des déchets est une partie de l'industrie des déchets. Il existe des sites autorisés qui sont spécialisés dans la valorisation des huiles provenant de différents flux de déchets. En outre, un certain nombre d'usines de traitement chimique et de stations de transfert comportent des unités de séparation des huiles qui réalisent une première séparation huile-eau avant d'envoyer la couche d'huile à une usine spécialisée pour la soumettre à un traitement ultérieur. Certains facteurs définissant ce secteur sont les suivants :

- les entreprises au service de secteurs industriels particuliers tendent à offrir à ce secteur un service général de traitement des déchets et celui-ci peut comprendre les huiles usagées ;
- les sociétés qui procèdent à l'enlèvement des huiles de lubrification usagées dans les garages sont également susceptibles de collecter les filtres à huile, les liquides de direction assistée, de frein et de transmission, les antigels et les batteries ;
- les sociétés qui gèrent les huiles de transformateur sont susceptibles de collecter des huiles contenant des PCB en petite quantité ;
- certaines installations de traitement chimique et biologique entreprennent des opérations de valorisation des huiles à petite échelle dans le cadre de leurs procédés de pré-traitement. Il s'agit généralement de systèmes de séparation par simple gravité.

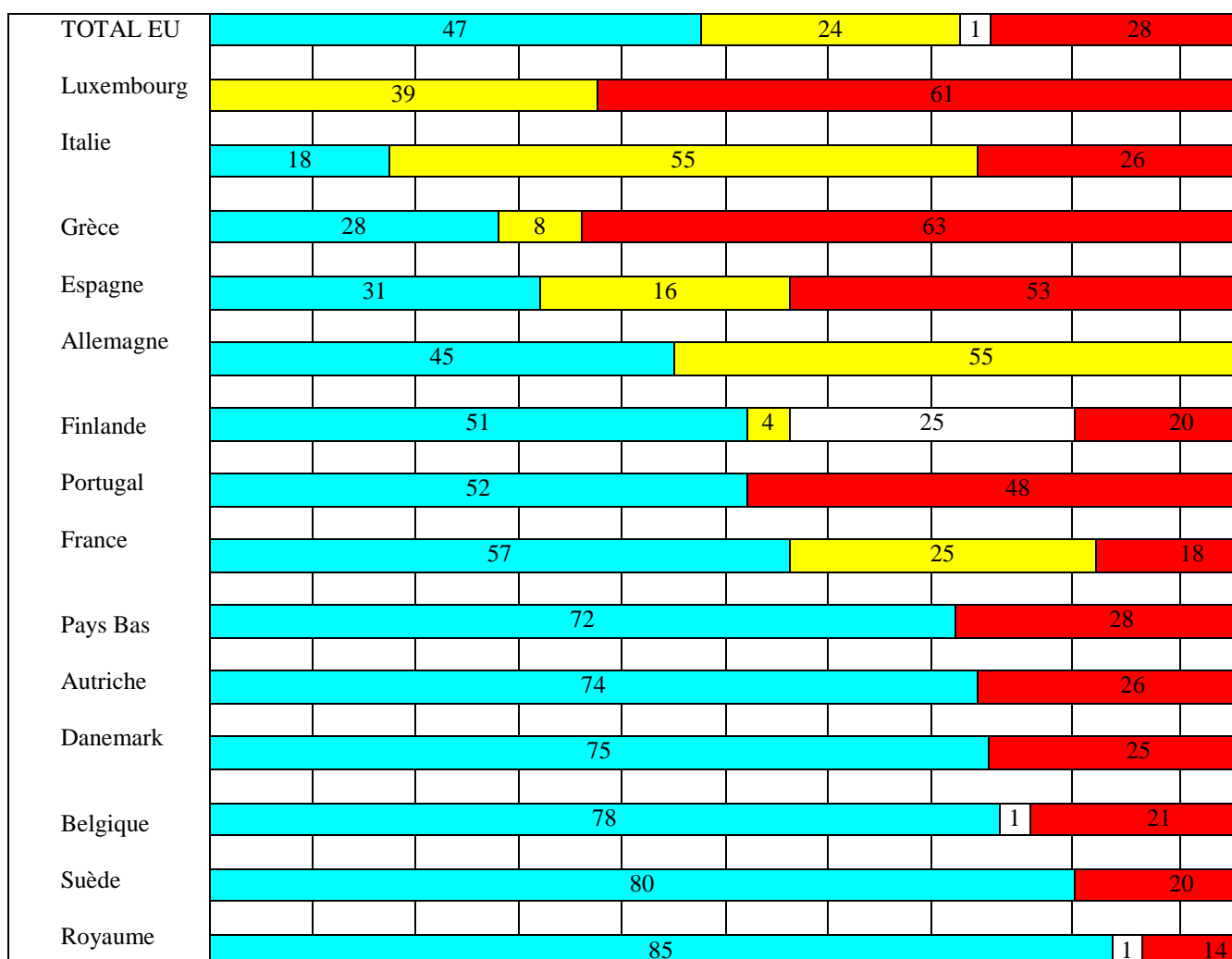
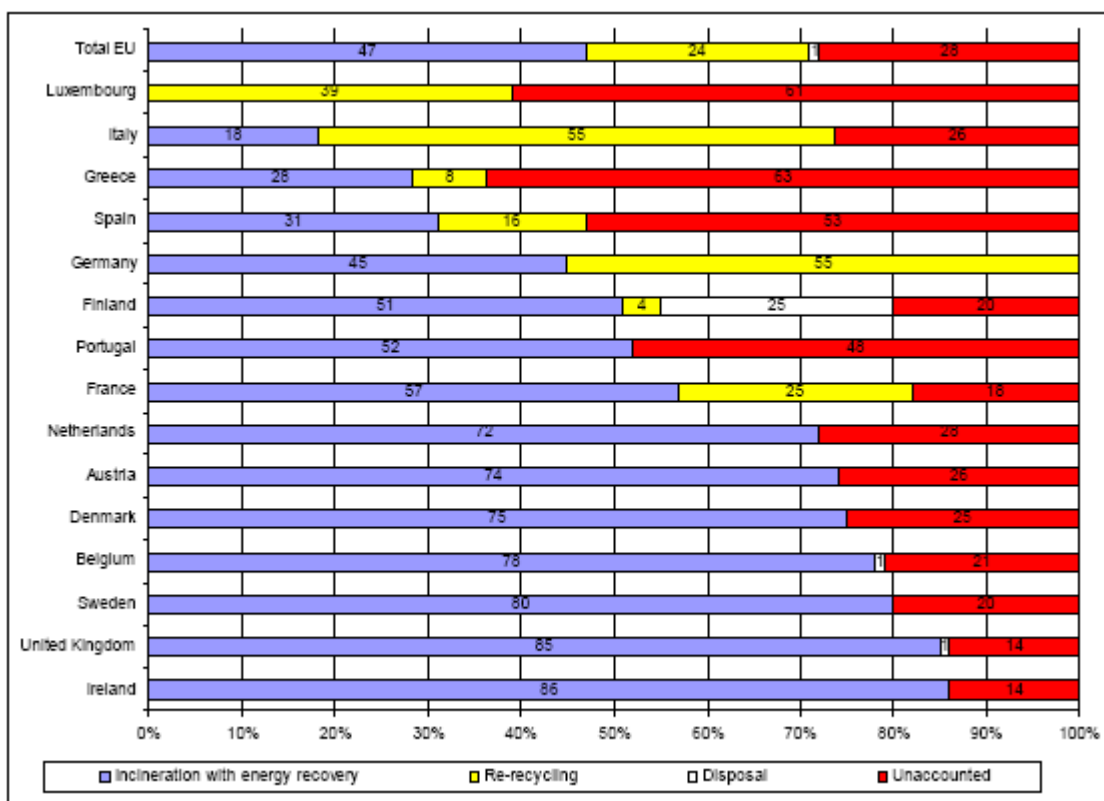
Il existe un grand nombre d'installations de traitement et de recyclage consacrées aux huiles dans l'Union européenne. Certaines sociétés effectuent une simple purification, en retirant les sédiments et l'eau de l'huile usagée. Deux types de traitement s'appliquent aux huiles usagées. L'un renvoie à son utilisation comme combustible et l'autre correspond au re-raffinage de l'huile de sorte qu'une partie (généralement de 50 à 60 %) peut être réutilisée en tant qu'huile de base pour lubrifiants. Les entreprises chargées du recyclage des huiles présentent un large éventail de connaissances inhérentes aux opérations qu'elles mettent en œuvre.

Il existe un grand éventail de procédés et de titulaires d'autorisations d'exploitation qui offrent actuellement diverses manières de traiter les huiles usagées. Les quatre procédés principaux utilisés dans le traitement des huiles usagées sont : l'assemblage, le traitement par séparation chimique, la distillation et le craquage.


Dans tous les procédés de traitement des huiles usagées, les valeurs économiques et calorifiques des huiles usagées sont récupérées à des degrés divers. Les deux principales techniques utilisées sont le re-raffinage et la combustion directe (principalement dans des cimenteries), qui représentent chacune environ 30 % de la quantité totale valorisée. Les deux autres procédés qui, conjointement, représentent le tiers restant sont le recyclage et la récupération, cette dernière étant surtout appliquée aux huiles hydrauliques.


Le niveau de connaissance des huiles est nettement différent d'un site à l'autre. Cette situation s'explique en partie parce que les huiles usagées constituent une matière extrêmement complexe et changeante avec un nombre potentiel de composants individuels qui est immense et dont tous ne sont pas actuellement catégorisés.


La qualité des données actuellement disponibles eu égard à la gestion des huiles usagées en Europe est extrêmement médiocre, en particulier en ce qui concerne la régénération. La figure 1.1 présente un aperçu des pourcentages des types de traitement appliqués aux huiles usagées dans chaque pays de l'Union européenne. Selon les données issues de ce secteur en 1993, les huiles usagées collectées ont été éliminées par combustion directe (32%) par régénération (re-raffinage) en huiles de base (32%), par recyclage en combustible industriel (25%) et par régénération en huiles industrielles spécifiques (11%). Toutefois, ces pourcentages ont considérablement changé depuis cette époque, comme le montre la figure ci-après.



Uni										
Irlande	86									14

 Incinération avec récupération d'énergie

 Re-recyclage

 Elimination

 Non pris en compte

**Figure 1.1 : Gestion des huiles usagées dans l'Union européenne en 1999**

[7, Monier et Labouze, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

### Re-raffinage

Environ 220 kt d'huiles de base re-raffinées ont été produites en 2000 selon [7, Monier et Labouze, 2001], ce qui représente moins de 5 % de la demande globale en huiles de base en Europe.

Ces dernières années, le niveau de régénération a diminué de manière notable dans certains pays de l'Union européenne qui avaient été les pionniers de son utilisation, tels que la France, l'Allemagne, l'Italie et d'autres pays comme le Royaume-Uni. Cette baisse est tempérée par l'existence d'un certain nombre de nouveaux projets émergents dans plusieurs pays : France, Allemagne, Italie, Espagne.

La capacité d'alimentation installée connue pour la régénération en huile de base dans toute l'Europe est tout juste supérieure à 500 kt/an, avec des installations dont la capacité va de 35 à 160 kt/an. Actuellement, il existe environ 400 installations de régénération dans le monde entier, avec une capacité globale de 1 800 kt/an. Bien que la plupart de ces installations soient situées en Asie du Sud-Est (Inde, Chine et Pakistan), leur capacité individuelle est essentiellement faible, aux alentours de 2 kt/an chacune, en moyenne. La plupart de ces installations utilisent un traitement à l'acide/ argile et il en existe peu qui produisent des huiles de base régénérées de bonne qualité ou qui tiennent compte des questions concernant l'environnement.

Pays	Nombre connues	d'installations	Capacité connue (kt /an)
Belgique	2		45
Danemark	1		40
Allemagne	8		770
Grèce	1		40
Espagne	2		69
France	2		200
Irlande	0		0
Italie	71		273 <sup>1</sup>
Luxembourg	0		0
Malte	2		2,4
Pays-Bas	0		0
Autriche	0		0
Pologne	1		80
Portugal	0		0
Finlande	5		88
Suède	0		0
Royaume-Uni	32		5 <sup>2</sup>
Yougoslavie	1		

<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>1612,4</b>
1 Deux installations ne fonctionnent pas actuellement. Leur capacité est de 25 kt/an 2 Un membre du groupe de travail technique (TWG) a contesté l'exactitude de ces chiffres. Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.		

**Tableau 1.4 : Installations de régénération des huiles usagées dans les pays européens**  
 [5, Concawe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [36, Viscolube, 2002], [86, TWG, 2003], [128, Ribí, 2003], [150, TWG, 2004]

Les installations de régénération peuvent ajuster la quantité d'huiles de base régénérées et de combustibles produits en fonction de la situation internationale et locale (prix du pétrole brut, demande du marché, subventions, etc.)

### **Préparation des huiles usagées destinées à servir principalement de combustibles**

Environ 50 % des huiles usagées (c'est-à-dire les huiles usagées provenant du nettoyage des bateaux et des citernes, les huiles usagées provenant des séparateurs huile/eau ; les huiles usagées provenant des émulsions, etc.) ne sont pas des huiles de lubrification usagées ou ne peuvent pas être régénérées en huiles de base. Ces huiles usagées peuvent être converties en d'autres produits d'huiles (par exemple, en combustibles).

Environ 50 % des huiles usagées ont été utilisées comme combustibles dans l'Union européenne en 1999. Environ 400 kt d'huiles usagées sont brûlées dans les cimenteries au niveau européen, soit environ 17% des huiles usagées totales et 30% des huiles usagées brûlées, ce taux variant considérablement d'un pays à l'autre. C'est la principale filière d'exploitation en France, en Grèce et en Suède, mais seulement l'une des filières de remplacement en Autriche, en Belgique, en Italie et au Royaume-Uni. D'autres secteurs de l'Union européenne utilisent les huiles usagées comme combustibles, notamment :

- les hauts-fourneaux, à titre de substitut du coke (par exemple, en Belgique)
- les fours à brique (par ex. en Espagne)
- les fours à céramique (par ex. en Espagne)
- les grandes installations de combustion (par ex. en Espagne)
- les fours à chaux (par ex. en Espagne, en Belgique)
- les unités de craquage pour produire de nouveaux combustibles (par exemple, en Belgique conformément aux réglementations et normes en vigueur)
- les installations de réception portuaires qui convertissent les huiles usagées en combustibles pour navires (par ex. Malte)
- les incinérateurs de déchets (par ex. 2 kt en 2002 dans les incinérateurs de déchets dangereux en Belgique)
- les générateurs de chauffage (par exemple, dans les stations-service, les serres, etc.)
- les usines d'asphalte

Ces deux dernières applications ne sont plus utilisées en Flandres (Belgique) en raison de l'entrée en vigueur en janvier 1999 de réglementations beaucoup plus drastiques concernant l'environnement. Le Tableau 1.5 présente les quantités d'huile brûlées dans certains pays de l'Union européenne.

<b>Options de combustion</b>	<b>Quantité d'huile usagée (kt)</b>	<b>%</b>
Fours à ciment	307	42
En mélange avec du mazout	213	29
Autres	120	16
Incinérateurs de déchets	52	7
Générateurs de chauffage	40	6
Total des huiles brûlées	<b>732</b>	<b>100</b>

**Tableau 1.5 : Volumes d’huiles usagées brûlées dans l’Union européenne par an  
[5, Concawe, 1996]**

Il existe également un volume significatif d’eau contaminée par l’huile qui est collecté en vue de sa valorisation. Ces déchets ont une valeur négative nette mais sont traités de manière à maximaliser la valorisation des hydrocarbures en vue de leur utilisation comme combustibles. Le Tableau 1.6 présente certaines installations réalisant cette activité.

Pays	Nombre d'installations connues			Capacité connue (kt/an)		
	Utilisation directe des huiles usagées en combustion	Utilisation des huiles usagées après retraitement en combustible	Huile non dangereuse	Utilisation directe des huiles usagées en combustion	Utilisation des huiles usagées après retraitement en combustible	Huile non dangereuse
Belgique	1	10				
Danemark	4	Y				
Allemagne	12	1		310	100	
Grèce	0					
Espagne	4	Y	1			
France	60			725		
Irlande		Y				
Italie	2					
Luxembourg	0	0		0	0	
Malte	0	1		0	4,7	
Pays-Bas		Y				
Autriche	4	0	0		0	0
Portugal	Y	Y	1			
Finlande	3	4	1	155	54,5	0,2
Suède	2	3				
Royaume-Uni	160	Y				
	<b>252</b>	<b>19</b>	<b>3</b>	<b>1 190</b>	<b>159,2</b>	<b>0,2</b>
Y : Installation existante mais aucune donnée disponible Remarque : Les colonnes intitulées « Huile non dangereuse » correspondent à la production de biodiesel) partir d'huiles végétales usagées. Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.						

**Tableau 1.6 : Installations utilisant les huiles usagées comme combustibles directement ou après retraitement**

[7, Monier et Labouze, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [128, Ribí, 2003], [150, TWG, 2004]

En vertu de la législation de l'Union européenne, la mise en décharge des huiles usagées, ainsi que leur rejet dans le réseau des eaux pluviales ou des égouts est illégal. Dans certains cas, l'huile usagée est appliquée comme agent supprimeur de poussières sur les routes en construction dans certaines zones rurales. Environ 25 % des huiles usagées dans l'Union européenne n'ont pas été comptabilisées comme éliminées en 1999.



### 1.2.7 Installations de traitement des solvants usagés

Les procédés chimiques et biologiques font appel à une utilisation intensive de solvants. Pendant ces procédés, des solvants usagés sont produits et ils sont recyclés en interne. Ces traitements font partie intégrante des procédés chimiques/biologiques et ils sont abordés dans les différents documents BREF. Toutefois, pour des raisons économiques ou techniques, il arrive parfois que des solvants usagés soient envoyés à un tiers (par exemple, à un gestionnaire des déchets) en vue de leur traitement. Selon le cas, le produit issu du traitement est ou non retourné au producteur de déchets.

Les solvants usagés sont également produits dans le domaine du traitement des surfaces à base de solvants (tel que le nettoyage ou le dégraissage dans de nombreux secteurs industriels différents et dans les installations de nettoyage à sec). Dans la plupart des cas, les solvants contaminés ou le fond des colonnes de distillation (teneur en solvant de 1 à 10 % dans le cas des installations/dispositifs de nettoyage fermés avec des dispositifs de distillation internes) sont envoyés aux installations de distillation de solvant et régénérés. La qualité des produits de distillation est aussi bonne que celle des nouveaux solvants.

Conformément à la directive-cadre sur les déchets, la première option pour les solvants usagés, comme pour le reste des déchets, est le recyclage. Ce fait a contribué à générer un marché du recyclage des solvants actif. A l'instar des huiles usagées, les solvants usagés impropres à toute régénération en raison de certaines compositions ou par suite d'une pureté très faible peuvent néanmoins être valorisés en tant que combustibles liquides secondaires (SLF), par exemple, dans l'industrie du ciment et dans les incinérateurs de déchets dangereux. Une différence fondamentale par rapport aux huiles usagées réside dans le fait que la qualité des solvants usagés fluctue beaucoup plus que celle des huiles usagées.

Les installations de régénération des solvants séparent les contaminants des solvants usagés et restaurent ainsi le solvant avec sa qualité d'origine ou parfois une qualité inférieure (par exemple, dans le cas des diluants pour laque). La distillation (discontinue, continue ou à vapeur) est utilisée par la plupart des opérateurs commerciaux du traitement des solvants, et valorise environ 75 % des solvants usagés. Les résidus, à savoir les « fonds de distillation », peuvent être des liquides ou des boues, en fonction d'un certain nombre de conditions et doivent être traités en tant que déchets dangereux. D'autres technologies de séparation utilisées par les opérateurs spécialistes du traitement des solvants comprennent : la filtration, l'évaporation simple, la centrifugation et le stripping.

Pays	Nombre d'installations connues	Capacité connue (kt /an)
Belgique	5	> 8
Danemark	0	
Allemagne	21	
Grèce	3	
Espagne	14	64
France	27	90,7
Irlande	2	
Italie	2	
Luxembourg	0	
Pays-Bas	8	
Autriche	2	
Portugal	1	10 000 m <sup>3</sup>
Finlande	4	11
Royaume-Uni	8	> 12
Islande	0	
Norvège	11	
<b>TOTAL</b>	<b>108</b>	<b>185,7</b>
Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.		

**Tableau 1.7 : Installations de traitement des solvants usagés dans les pays européens**  
 [40, Militon et Becaud, 1998], [60, Azkona et Tsotsos, 2000], [61, Weibenbach, 2001], [86, TWG, 2003], [129, Cruz-Gomez, 2002]

### 1.2.8 Installations de traitement des catalyseurs usagés, des déchets issus des techniques de réduction de la pollution et d'autres déchets inorganiques

Le traitement des catalyseurs usagés varie en fonction du type de catalyseur (substance catalytique active et structure support ou porteur) ainsi que des sous-produits inclus dans le procédé catalytique. Ces traitements comprennent : la régénération des catalyseurs à réemployer de nouveau comme catalyseurs, le recyclage des composants issus des catalyseurs et leur mise en décharge. A titre d'exemple d'installation, il faut citer une installation autrichienne de valorisation du Ni à partir de catalyseurs de l'industrie alimentaire (alliage Fe/Ni).

La technologie hydrométallurgique permet d'extraire et de concentrer les métaux issus des déchets liquides. Les déchets non liquides doivent tout d'abord être dissous.

A Malte, il existe deux sites souterrains de stockage de l'amiante et un site d'attente de traitement à ciel ouvert. L'amiante provient de la réparation des navires dans les chantiers navals mais aussi des tuyauteries d'amiante inutilisées.

	Traitement des catalyseurs usagés		Traitement des autres déchets inorganiques usagés (sauf métaux et composés métalliques)		Valorisation des déchets provenant de la réduction de la pollution	
Pays	Nombre d'installations connues	Capacité connue (kt /an)	Nombre d'installations connues	Capacité connue (kt /an)	Nombre d'installations connues	Capacité connue (kt /an)
Belgique	0	0	13		1	
Danemark	0	0	3		1	
Allemagne	1		63		2	
Grèce	5	0	0	0	0	
Espagne	0	0	6	195	15	3
France	3	4,9		0	0	0
Irlande	4	0	0	0	0	
Luxembourg	0	0	0	0	0	0
Malte						
Pays-Bas	2		17	1		
Autriche	3	14	0	0		
Portugal	0	0	0	0	0	0
Finlande <sup>1</sup>	0	0	0	9	3	0
Islande	0	0	0	0	0	0
Norvège	2		1	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>4,9</b>	<b>129</b>	<b>198</b>	<b>20</b>	<b>3</b>
<sup>1</sup> Le traitement d'1 million de lampes contenant du mercure n'est pas inclus Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.						

**Tableau 1.8 : Installations de traitement des catalyseurs usagés, des déchets issus de la réduction de la pollution et d'autres déchets inorganiques dans les pays européens**  
[40, Milton et Becaude, 1998], [60, Azkona et Tsotsos, 2000], [61, Weibenbach, 2001], [150, TWG, 2004]

### 1.2.9 Installations de traitement des résines et du charbon actif

La plupart du charbon actif et des résines usagées sont des résidus des procédés d'épuration de l'eau. Il est très difficile d'estimer le volume de régénération effectué en Europe, principalement parce que bon nombre d'opérateurs régénèrent leur adsorbant sur site (souvent de manière sporadique) au lieu de les envoyer à de grandes installations de réactivation centralisées.

Le charbon actif est utilisé dans trois applications principales : le traitement de l'eau de consommation ; dans l'industrie des produits alimentaires et des boissons, par exemple pour la décoloration du sucre lors du raffinage ; et dans des applications industrielles générales, par exemple pour l'élimination des COV provenant des flux des événements du procédé. Ces applications ont une incidence sur le type de contamination du charbon et sur le procédé de régénération qui est ensuite requis. Par exemple, le charbon ayant été utilisé dans des applications industrielles (« charbons industriels »), comme dans le traitement des effluents, nécessite un système de réduction de la pollution plus sévère que celui utilisé pour le traitement de l'eau potable ou que celui provenant de l'industrie alimentaire.

A un certain point dans la durée de vie du procédé, le charbon est saturé par le matériau qu'il adsorbe. Il doit ensuite être régénéré ou, si cela est impossible, éliminé. Le choix de la filière est naturellement déterminé par des aspects économiques et d'échelle. Dans le traitement de l'eau de boisson, le charbon est utilisé en grandes quantités et se trouve dans de grands lits à charbon bétonnés, ouverts. Leur durée de vie avant épuisement (saturation) est de quelques années. Lorsqu'ils sont régénérés, il va de soi que les quantités à traiter sont très importantes. Cette application représente l'application la plus courante au Royaume-Uni en termes de volume et la

régénération est effectuée sur site dans une unité prévue à cet effet ou confiée à un opérateur commercial après transport hors du site. En raison de la nature du marché, la tendance actuelle est que davantage d'installations de régénération, qui à l'origine étaient conçues uniquement pour des matières « internes », proposent maintenant un service commercial de régénération.

Il existe au moins 19 sites en Europe qui régénèrent des charbons actifs produits hors site, comme indiqué dans le Tableau 1.7.

Pays	Nombre d'installations connues	Capacité connue (kt /an)
Belgique	2	
Allemagne	3	
France	1	
Italie	5	
Pays-Bas	1	
Autriche	1	
Finlande	1	
Suède	1	
Royaume-Uni	4	
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>&gt; 50</b>
Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.		

**Tableau 1.9 : Installations de régénération des charbons actifs dans les pays européens**  
[150, TWG, 2004]

Les fours de réactivation les plus courants sont les fours rotatifs à chauffage direct et les fours à soles étagées. Des fours rotatifs à chauffage indirect, à lit fluidisé, à cylindre vertical et à infrarouge sont quelquefois utilisés. Le Tableau 1.10 présente les types de fours de réactivation du charbon actif en grains (GAC) utilisés à travers le monde depuis 1990.

Types de fours de réactivation du charbon actif en granulés (GAC)	Nombre d'unités
Four à soles étagées	> 100
Four à lit fluidisé	< 20
Four rotatif à chauffage indirect	> 50
Four rotatif à chauffage direct	< 30
Four à cylindre vertical	< 30
Four à infrarouge ((horizontal et vertical)	< 9

**Tableau 1.10 : Types de fours de réactivation du charbon actif en granulés (GAC) utilisés à travers le monde**  
[42, UK, 1995]

Les chiffres quantitatifs relatifs aux installations de régénération des résines échangeuses d'ions ne sont pas disponibles.

### 1.2.10 Installations de traitement des acides et des bases usagés

Il existe plusieurs installations dans l'Union européenne qui régénèrent le HCl. Aucune installation régénérant le HBr n'a été identifiée. L'acide sulfurique usagé peut être régénéré de la manière suivante :

- décomposition thermique de l'acide sulfurique usagé/consommé/valorisé, le produit obtenu étant ensuite utilisé comme source primaire ou supplémentaire de SO<sub>2</sub> alimentant un procédé de contact par acide sulfurique. Ce domaine est abordé dans le BREF LVIC-AAF sur les produits chimiques inorganiques en grands volumes (ammoniacal, acides et engrais)

[62, EIPPCB, 2003], comme tout procédé qui produit du SO<sub>2</sub> comme source d'alimentation par décomposition/calcination.

- un procédé basé sur la reconcentration de l'acide sulfurique faible/consommé/usagé, avec ou sans séparation des impuretés potentielles (par ex. des sels). Ce point est inclus dans le présent document.
- des procédés industriels utilisant de l'acide sulfurique et dans lesquels le recyclage de l'acide sulfurique consommé fait partie intégrante du procédé. Le recyclage sera donc couvert dans le BREF traitant du procédé industriel en question (par exemple BREF sur les produits chimiques inorganiques en grands volumes, LVIC-solides et autres pour la production du dioxyde de titane).

Pays	Nombre d'installations connues	Capacité connue (kt /an)
Belgique	1	
Danemark	1	
Allemagne	2	
Grèce	0	
Espagne	1	42
France	3	2
Irlande	1	
Luxembourg	0	
Pays-Bas	0	
Autriche	4	
Portugal	0	
Finlande <sup>1</sup>	0	
Islande	0	
Norvège	0	
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>44</b>
Les chiffres indiqués correspondent aux installations de régénération couvertes dans le présent document et dans le BREF LVIC-AAF		
Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.		

**Tableau 1.11 : Installations de régénération des acides ou des bases usagés**

[40, Milton et Becaud, 1998], [60, Azkona et Tsotsos, 2000], [61, Weibenbach, 2001], [86, TWG, 2003]

La régénération de l'acide implique habituellement la séparation de l'acide n'ayant pas réagi d'un déchet acide tel que les eaux mères de décapage épuisées générées par l'industrie sidérurgique. Un procédé utilisé dans l'industrie sidérurgique implique le refroidissement de l'acide sulfurique pour précipiter les composés ferreux. Selon une autre méthode, l'acide peut être régénéré en étant injecté dans un four de grillage à pulvérisation.

### 1.2.11 Installations de traitement du bois contaminé

Dans certains cas, le bois contaminé est incinéré directement. Dans d'autres cas, le bois contaminé est traité thermiquement par carbonisation/pyrolyse. Tous ces traitements sont couverts par le BREF sur l'incinération des déchets (WI). Toutefois, dans certains cas, les traitements utilisés sont centrés sur l'extraction des métaux lourds contenus dans le résidu solide généré par la carbonisation du bois contaminé : ces procédés sont traités dans le présent document. Une installation est en fonctionnement en France.

### 1.2.12 Installations de traitement des céramiques réfractaires contaminées

Deux installations fonctionnent en France avec une capacité de traitement totale de 50 kt par an.

### 1.2.13 Installations d'élaboration des déchets destinés à servir de combustibles

Actuellement, il existe plusieurs facteurs militant en faveur du concept de l'utilisation des déchets comme combustibles dans les procédés de combustion :

- La directive-cadre sur les déchets et ses amendements définit une hiérarchie pour la gestion des déchets. Elle donne la préférence au recyclage et à la valorisation (incluant l'utilisation des déchets comme source d'énergie).
- Les réglementations relatives au secteur des déchets, telles que la directive sur les « déchets d'emballage », la directive sur les « véhicules en fin de vie », la directive sur les « déchets issus des appareils électriques et électroniques », la directive sur « l'incinération des déchets », le « catalogue des déchets », la directive sur les « substances dangereuses » et la directive sur les « préparations dangereuses », peuvent également avoir une influence sur le choix effectué.
- La directive sur les décharges interdit la mise en décharge des déchets à teneur élevée en matière biodégradable. C'est pourquoi, il est nécessaire d'établir des filières alternatives pour traiter les fractions de déchets respectives. La co-incinération est une option parmi d'autres (par exemple incinération, traitement biomécanique).
- Conformément aux dispositions du protocole de Kyoto, les émissions de gaz à effet de serre ont été réduites dans le monde entier. La co-incinération des fractions de déchets comme remplacement des combustibles classiques peut être une option permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre.
- Comme la libération du marché de l'énergie intensifie la pression économique sur les producteurs/consommateurs d'énergie, la co-combustion des déchets ouvre un nouveau débouché, qui rend la mise en œuvre des installations de combustion plus attractive au plan économique.
- Pour réduire le coût des combustibles utilisés dans les procédés de combustion.

L'expression « combustibles issus des déchets » s'utilise dans le présent document pour tous les types de déchets qui sont élaborés afin de servir de combustibles dans un quelconque procédé de combustion. Les combustibles issus des déchets peuvent être gazeux, liquides ou solides. Par exemple, des combustibles liquides peuvent être préparés à partir des huiles usagées, des solvants et des culots des colonnes de distillation. La manière dont le combustible liquide sera utilisé dans le procédé de combustion a une incidence sur la préparation de ce combustible. Par exemple, certains combustibles liquides peuvent être préparés en assemblant différents déchets ayant des indices calorifiques élevés et en les envoyant séparément dans la chambre de combustion ou ils peuvent également être mélangés/assemblés avec des combustibles classiques (par exemple huile usagée et mazouts). Certains déchets liquides, par exemple les huiles, doivent normalement subir un pré-traitement pour éliminer les culots, les sédiments et l'eau. Ceci peut être réalisé par le biais d'une séparation et d'une déshydratation.

Certains procédés de combustion susceptibles d'utiliser des déchets comme combustibles (partiels) sont ceux des installations de combustion pour la production de chaleur et/ou d'électricité, les moteurs marins, les cimenteries, les hauts-fourneaux sidérurgiques, les fours à céramiques, les fours à chaux et les unités de production d'asphalte. Le type de four ou de chaudière utilisée, les conditions de combustion (par exemple, la température) que le procédé doit mettre en œuvre, l'impact sur les émissions ou les produits et le type de combustible déjà utilisés ont une forte incidence sur le ou les types de déchets acceptables et sur la préparation du combustible issu des déchets.

La finalité de ces installations est de garantir les aspects suivants :

- l'optimisation de la valorisation de certains déchets en évitant de les mettre en décharge
- la qualité de la destruction thermique

- la fourniture d'un combustible ayant les propriétés physico-chimiques requises à l'utilisateur final.

Les principes de base de la production des combustibles issus des déchets sont les suivantes :

- la qualité chimique et physique du combustible doit être en conformité avec la totalité des normes ou réglementations garantissant la protection de l'environnement, la protection du procédé du four/fourneau, et la qualité de la matière produite, lorsque le procédé de combustion dans lequel le combustible est utilisé génère un produit (par exemple du ciment)
- la teneur énergétique et la teneur en minéraux doivent rester stables pour permettre une alimentation optimale du four/fourneau
- la forme physique doit permettre une manutention, un stockage et une alimentation, qui soient sûrs et corrects.

Pays	Nombre d'installations connues		Capacité connue (kt/an)	
	Installations dangereuses	Installations non dangereuses	Installations dangereuses	Installations non dangereuses
Belgique	12	Y		
Danemark	4	13		
Allemagne	16	34		
Grèce	0	0		
Espagne	33	5	204	
France	54	Y	542	1 400
Irlande	2	Y		
Italie		27		2 080
Luxembourg	0	Y		
Pays-Bas	1	Y		
Autriche	8	10		
Portugal	0	Y	165	
Finlande	7	37	106	800
Suède	Y	Y		
Royaume-Uni	Y	Y		
Islande	1	Y		
Norvège	2	Y		
<b>TOTAL</b>	<b>140</b>	<b>126</b>	<b>852</b>	<b>4 445</b>

Y : Installation existante mais aucune donnée disponible  
Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.

**Tableau 1.12 : Installations pour la préparation des déchets destinés à servir de combustibles**  
[39, Milton et al., 2000], [40, Milton et Becaude, 1998], [60, Azkona et Tsotsos, 2000], [61, Weibenbach, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

### Préparation des déchets solides municipaux destinés à servir de combustibles

La meilleure estimation actuelle de la quantité de combustibles solides de récupération produits et consommés en Europe est d'environ 1,4 Mt/an, comme indiqué ci-dessous.

Pays	Producteurs	Production		Consommation		-Export/Import+		CK
		kt/an	tep/an	kt/an	kt/an	tep/an	kt/an	
Belgique	7	< 100	< 50 000	< 100	< 50 000	n.a.	n.a.	(100)
Danemark	1	0	0	0	0			
Allemagne	19	500 (650)	250 000 (325 000)	500 (650)	250 000 (325 000)	n.a.	n.a.	85
Grèce	0	0	0	0				
Espagne	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
France	3	0	0	0	0			
Irlande		< 200	< 100 000	< 200	< 100 000	n.a.	n.a.	



		(250)	(125 000)	(250)	(125 000)			
Italie	25	0	0	0	0			
Luxembourg	23	0	0	0	0			
Pays-Bas	250 (350)	100 000	15	6 000	-145	60 000		20
Autriche	26	<sup>3</sup>	160	50 000	100	50 000		7
Portugal	8	0	0	0	0			
Finlande	10	170	58 000	170	58 000	n.a.	n.a.	0
Suède	4	<sup>1</sup>		<sup>1</sup>		+500 <sup>2</sup>		
Royaume-Uni		60 (100)	30 000 (50 000)	60(100)	30 000 (50 000).	n.a.	n.a.	
Islande		0	0	0	0			
Norvège	29	<sup>1</sup>		<sup>1</sup>				
<b>TOTAL</b>	<b>155</b>	<b>1 380</b>						

tep/an : tonne d'équivalent pétrole par an (On prend pour hypothèse que la valeur calorifique du combustible solide de récupération est de 21 MJ/kg bien qu'elle soit plus faible en Finlande et aux Pays-Bas et que la valeur calorifique du pétrole est de 42 MJ/kg)

CK = % de consommation dans les cimenteries

Les chiffres du tableau sont donnés à titre indicatif uniquement car ils ne correspondent pas à une même définition harmonisée utilisée à travers l'Union européenne

1 Il n'existe pas de statistiques globales pour la Suède et la Norvège car ce combustible est utilisé dans des centrales calogènes/électriques classiques et dans des incinérateurs de déchets sans exigence de spécifications particulières. Les données pour la Suède (2001) sont les suivantes : usines d'incinération des déchets pour chauffage urbain 856 000 t/an et centrales électriques pour chauffage urbain 455 000 t/an.

2 Il n'existe aucun chiffre précis, mais des chiffres approximatifs indiquent 500 kt de déchets importés en 1999, dont 90 % étaient constitués de bois, de papier, de matières

3 Un membre du groupe de travail technique (TWG) pense que ce chiffre est trop élevé mais n'en a pas fourni d'autre.

**Tableau 1.13 : Présentation succincte du marché des combustibles solides de récupération en 2000 en Europe**

[21, Langenkamp et Nieman, 2001], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

La meilleure estimation de l'industrie en ce qui concerne la production des combustibles solides de récupération en 2005 est d'environ 11 Mt/an. (Tableau 1.14)

Pays	Production		Consommation		-Export/Import+		Δ 2000
	kt/an	tep/an	kt/an	kt/an	tep/an	kt/an	
Belgique	100	50 000	100	50 000	n.a.	n.a.	0
Danemark	0		0				
Allemagne	3 000	1 500 000	4 000	2 000 000	+1000	+500 000	
Grèce	500	250 000	500	250 000	n.a.	n.a.	
Espagne	1 000	500 000	1 000	500 000	n.a.	n.a.	
France	1 000	500 000	0	0	-1 000	-500 000	
Irlande	500	250 000	500	250 000	n.a.	n.a.	
Italie	1 000	500 000	1 000	500 000	n.a.	n.a.	
Luxembourg	50	25 000	50	25 000	n.a.	n.a.	
Pays-Bas	1 000	400 000	600	240 000	-400	-160 000	
Autriche	500	250 000	500	250 000	n.a.	n.a.	400
Portugal	500	250 000	500	250 000	n.a.	n.a.	
Finlande	350	120 000	350	120 000	n.a.	n.a.	100
Suède	500	250 000	1 000	4 500 000	+500	+200 000	
Royaume-Uni	600	300 000	600	300 000	n.a.	n.a.	
Suisse	0	0	0	0			
Islande	0		0				
Norvège	150	75 000	150	75 000	n.a.	n.a.	
<b>TOTAL</b>	<b>10 750</b>	<b>5 220 000</b>					

Remarques : tep/an = tonne d'équivalent pétrole par an (On prend pour hypothèse que la valeur calorifique du combustible solide de récupération est de 21 MJ/kg bien qu'elle soit plus faible en Finlande et aux Pays-Bas et que la valeur calorifique du pétrole est de 42 MJ/kg)

Δ 2000 = Différence par rapport à l'an 2000

On prend pour hypothèse qu'aucun combustible solide de récupération (SRF) n'est exporté à l'extérieur de l'Union européenne.

Les chiffres du tableau sont donnés à titre indicatif uniquement car ils ne correspondent pas à la même

définition harmonisée que celle utilisée par la Commission européenne

Remarque : Les chiffres de ce tableau peuvent être différents du nombre réel d'installations ou de leur capacité ; et ce pour deux raisons : d'une part parce que le marché est si dynamique que les chiffres changent rapidement et/ou parce qu'aucune donnée n'a été fournie par le groupe de travail technique (TWG) sur certains sujets. Les cases dépourvues de chiffres signifient qu'aucune information n'a été fournie.

**Tableau 1.14 : Prévisions/potentiel du marché européen des combustibles solides de récupération en 2005**  
[126, Pretz et al., 2003]

La consommation de charbon et de lignite pour la production d'électricité dans l'Union européenne était de 145 Mtep/an en 1999 (Commission européenne 1999, Rapport annuel sur l'énergie). Ce chiffre permet de calculer que la production totale de combustibles solides de récupération selon les prévisions du Tableau 1.14 pour 2005 (c'est-à-dire plus de 5 Mtep/an) correspond à un taux de substitution de 3,5 %.

### Préparation de combustibles à partir de déchets dangereux

L'utilisation des déchets dangereux comme combustibles a démarré dans le milieu des années soixante-dix lorsque la crise du pétrole a entraîné une augmentation spectaculaire du coût du pétrole mais aussi avec l'entrée en vigueur, dans divers pays, de nouvelles réglementations concernant l'élimination des déchets. Comme il y avait une grande quantité disponible de déchets riches en énergie (principalement des solvants), le co-traitement des déchets dans des cimenteries était la réponse évidente à cette situation à la fois en termes environnementaux et économiques. Plus tard, afin d'accroître les économies d'énergie, des procédés de pré-traitement de plus en plus sophistiqués ont été mis au point, tout d'abord pour produire des combustibles liquides et plus récemment, c'est-à-dire dans les années 80, pour produire des combustibles solides.

Les estimatifs ont été fournis par certaines sociétés de l'Union européenne et sont présentés dans le Tableau 1.15. Ces données reposent sur la situation du marché dans l'Union européenne des 15.

Préparation de combustibles à partir de déchets dangereux	Nombre d'installations	Production en 2001 kt/an
Combustibles liquides provenant de liquides organiques	107	650
Combustibles liquides provenant d'une fluidification	7	108
Combustibles liquides provenant d'émulsions	3	48
Combustibles liquides dérivés des déchets	117	806
Combustibles solides dérivés des déchets	26	465
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>1 271</b>

Remarque : les données correspondent à des estimations établies en décembre 2002

Combustibles liquides dérivés des déchets (à l'exclusion des huiles) Les données concernent les usines de regroupement et de pré-traitement en France, Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Italie, Suisse, Espagne, Portugal, Irlande, Royaume-Uni, Suède, Norvège, République de Tchécoslovaquie et Slovaquie.

La taille et la capacité d'une usine de pré-traitement de combustibles liquides dérivés de déchets varient fortement, de 5000 à 100000 tonnes/an. Pour les unités de regroupement, la taille type va de 1 000 à 20 000 tonnes/an.

Combustibles solides dérivés des déchets. Les données concernent la production des usines de pré-traitement en 2001, en France, Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Italie, Suisse, Espagne, Portugal, Pologne, Norvège et Slovaquie.

La capacité moyenne d'une usine de pré-traitement de combustibles solides dérivés de déchets est de 18 000 tonnes/an, avec des capacités allant de 2 000 à 70 000 tonnes/an.

**Tableau 1.15 : Production et nombre de sites de préparation de combustible provenant essentiellement de déchets dangereux dans l'Union européenne-15**  
[122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]

### 1.3 Aspects économiques et institutionnels du secteur du traitement de déchets

Le traitement des déchets est typiquement un processus mettant en jeu des volumes importants et de faibles retours sur investissements. Un prix de base fixe ou très bas, soit pour les déchets entrants, soit pour les produits recyclés, a mis l'accent commercial sur la maximalisation des rendements et sur la réduction des frais généraux.

Le coût et le prix du traitement des déchets sont généralement arrêtés sur la base des investissements et des coûts de fonctionnement. Néanmoins, dans certains cas, les prix peuvent être fixés par les opérateurs dans le bas de fourchette du marché. Dans d'autres cas, les prix sont fixés par accord entre le producteur de déchets et le gestionnaire des déchets, bien que ceux-ci puissent être différents pour un type de déchets donnés en fonction de qui l'a produit. Bien qu'il y ait des exceptions, et plus particulièrement pour des installations plus anciennes, les niveaux d'investissement ont été faibles, en raison des faibles retours sur investissement et de la concurrence avec les bas prix pratiqués par les décharges. On s'attend à ce que des niveaux d'investissement élevés soient nécessaires pour satisfaire aux normes définies par le régime de réglementation actuel.

L'industrie a généralement maximisé l'utilisation constructive de certains types de déchets pour traiter d'autres déchets, et ceci devrait continuer, en particulier dans le cadre de l'utilisation des déchets comme matières premières.

Il existe une concurrence entre les compagnies régionales, nationales et internationales. Un exemple est fourni par la collecte des huiles usagées, où les ramasseurs nationaux opèrent sur de gros volumes pour réaliser une économie d'échelle alors que les opérateurs locaux/régionaux, sont compétitifs en ayant pour avantage des frais généraux plus faibles.

En règle générale, les installations de gestion des déchets dangereux, ayant pour obligation de soumissionner aux appels d'offre, acceptent tous types de déchets dangereux pour une élimination correcte sans tenir compte de la concurrence. Toutefois, certaines installations spécialisées qui peuvent être en compétition pour certains types de déchets, ne sont tenues de soumissionner que pour tous les types de déchets dangereux qu'elles peuvent traiter. Dans cette optique, différentes configurations ont été développées pour les installations de gestion des déchets dangereux désignés et les installations concurrentes.

Certaines usines de traitement des déchets, en raison de leur régionalisation et/ou d'impératifs de proximité, contribuent à une réduction sensible du transport des déchets. Toutefois, d'autres usines de traitement des déchets opèrent à une échelle suprarégionale, nationale ou même internationale en raison de la spécialisation de certaines opérations de traitement.

#### **Impact de la nouvelle législation relative aux déchets sur le secteur du traitement des déchets**

La production des déchets doit être évitée conformément à la directive du Conseil 75/442/CEE du 15 juillet 1975 sur les déchets ; lorsque des déchets sont produits, ils doivent être valorisés ou si cela s'avère techniquement et économiquement impossible, ils doivent être éliminés dans le souci d'éviter ou de réduire un quelconque impact sur l'environnement. Il est utile de mentionner que la directive PRIP devrait avoir un impact direct sur l'industrie du traitement des déchets ainsi que sur les producteurs de déchets.

Des conditions réglementaires sont en train d'être mises en place, dont certaines au niveau de l'Union européenne (par exemple pour l'incinération, la mise en décharge, les déchets électriques et électroniques, les véhicules en fin de vie), afin de briser le cercle des volumes importants, des faibles retours sur investissement et des investissements faibles. Ceci devrait déboucher sur des investissements plus importants dans le secteur et une évolution vers le développement de techniques pour traiter ceux des déchets qui jusqu'alors allaient directement

en décharge, ou pour améliorer les procédés qui auparavant ne traitaient pas efficacement les déchets. Cela nécessitera le développement d'usines spécialisées et, probablement, d'équipements pour le traitement des déchets spécifiques.

Alors que les restrictions relatives à la mise en décharge, qui seront introduites par la directive sur les décharges, rendront nécessaires une augmentation du traitement de déchets préalablement à ou au lieu de la mise en décharge, cette situation pourra conduire à un développement permanent de sites utilisant des techniques de stabilisation et de fixation. Toutefois, ces techniques sont encore très élémentaires et sujettes à un certain nombre de problèmes sérieux.

Il est également vraisemblable que le traitement des huiles usagées gagne en importance et soit modifié, en particulier parce que la mise en œuvre de la directive sur les décharges interdit la mise en décharge des flux d'huile/eau de 2002 à 2007.

Le respect de la réglementation pourrait être considéré comme une fonction séparée réagissant à des forces externes, toutefois dans la réalité il s'agit essentiellement de la force motrice de l'installation dans sa totalité. Le marché des installations de traitement des déchets est fortement influencé par des programmes de réglementation dynamiques qui continuent à subir des modifications importantes. Le fonctionnement d'une installation s'articule, par conséquent, autour d'une gestion des déchets qui satisfasse aux réglementations environnementales, lorsqu'elle ne les dépasse pas. Ce n'est pas là chose aisée compte tenu de la volumineuse réglementation à laquelle l'industrie est assujettie.

### **Huiles usagées**

La prise de conscience écologique dans les années 1980 a eu un certain nombre de conséquences sur le secteur du traitement des huiles usagées, en particulier :

- la fermeture de nombreuses usines de re-raffinage à traitement à l'acide/ argile, principalement aux Etats-Unis, à la fois pour des raisons économiques et environnementales ;
- l'utilisation d'équipements et de dispositifs améliorés pour réduire la pollution potentielle issue de la combustion des huiles usagées ;
- la mise au point de technologies de re-raffinage plus performantes pour des raisons à la fois environnementales et de qualité de la production.

### **Usines de traitement physico-chimique (Ph-c)**

Il y a dans le procédé de production des changements continus qui modifient le type de déchets ainsi que les substances auxiliaires utilisées. A cet égard, même les usines Ph-c sont soumises en permanence à des processus d'adaptation, à la fois en termes de procédures utilisées et de contrôles. En outre, les modifications du cadre réglementaire mènent également à des reconfigurations des usines ; en général, ces modifications de la réglementation visent à réduire de manière significative les émissions des usines Ph-c. La reconfiguration peut avoir une incidence sur toutes les zones fonctionnelles d'une usine Ph-c, notamment sur la technologie de l'usine, les matériaux des procédés, les équipements de laboratoire, et même sur les connaissances générales et spécialisées du personnel.

### **Préparation des déchets solides municipaux (MSW) destinés à servir de combustibles**

L'histoire de l'utilisation des déchets solides municipaux comme combustibles remonte à la crise du pétrole d'il y a 30 ans. A l'époque, le combustible dérivé des déchets (RDF, Refuse Derived Fuel) a été promu comme combustible de substitution à faible coût, bien que ce combustible n'ait jamais été accepté complètement par le marché. Toutefois, au cours des 10 dernières années, il y a eu un intérêt croissant au sein des industries du ciment, de la chaux, de l'acier et de la production d'énergie pour les combustibles dérivés des déchets, principalement pour des raisons économiques. Les objectifs en matière de politique énergétique et la politique de gestion des déchets existant en Europe donnent une impulsion à l'utilisation de combustibles dérivés des déchets, en fait de déchets non dangereux. Ces combustibles, avec une teneur moyenne de 50 à

60 % de substances biogéniques, peuvent contribuer considérablement à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et à doubler la part des énergies renouvelables. En outre, en raison de la libéralisation du marché et de la nécessité de réduire les coûts, l'industrie s'intéresse de plus en plus à des combustibles de substitution homogènes, moins onéreux, et répondant à une qualité bien spécifiée. Actuellement, les principaux utilisateurs finaux sont les industries du ciment et de la chaux. Toutefois, le marché potentiel futur est le secteur de la production d'énergie.

La politique de gestion des déchets visant à réduire la mise en décharge des déchets biodégradables a eu une influence directe sur le développement des installations de production de combustibles à partir des déchets. Par ailleurs, le système de taxation (lourd) appliqué à la mise en décharge est un agent moteur primordial dans certains Etats membres. Contrairement à ce qui s'était passé avec les changements imposés il y a 30 ans par la crise du pétrole, les producteurs de combustibles dérivés des déchets ont pris l'initiative de mettre en place un système de qualité qui devrait garantir les propriétés des combustibles solides produits à partir des déchets solides municipaux et par conséquent, en faire un produit plus fiable. Des systèmes de qualité existent de nos jours dans plusieurs Etats membres. Le Comité européen de normalisation (CEN) a été mandaté par la Commission afin de mettre au point des normes pour les dénommés « combustibles solides de récupération » (SRF, Solid recovered fuel) dérivés de déchets non dangereux. Leur élaboration est actuellement en cours.

Les principaux débouchés des combustibles solides de récupération (SRF) sont actuellement les industries du ciment et de la chaux. Leur utilisation dans des centrales électriques au charbon est un secteur émergeant. Des aciéries utilisent les combustibles solides de récupération (SRF) en tant que substituts du carbone. Dans les pays nordiques, les combustibles solides de récupération (SRF) sont principalement utilisés pour la production de chaleur dans l'industrie et dans le chauffage urbain.

Le Tableau 1.16 présente la ventilation de la consommation des combustibles utilisés dans la production du ciment.

Combustible	%
Coke de pétrole	39
Charbon	36
Mazout	7
Lignite	6
Gaz	2
Déchets	10

**Tableau 1.16 : Consommation de combustibles par l'industrie européenne du ciment [126, Pretz et al., 2003]**

La consommation énergétique spécifique pour le ciment est de 3 à 4 MJ/kg de clinker. Si l'on suppose 0,75 kg de clinker/kg de ciment, un taux de substitution du combustible de 30 à 50 % et un faible pouvoir calorifique (LHV) des combustibles solides de récupération (SRF) de 19 MJ/kg, cela signifie qu'il existe une utilisation potentielle de 6 à 11 Mt de SRF/an. Si l'on suppose une consommation d'énergie de 4 MJ/kg de chaux, au même taux de substitution que pour les fours à ciment, cela signifie qu'il y a un potentiel de 1 à 2 Mt de SRF/an qui pourrait être utilisé pour une production annuelle de 20 Mt de chaux.

L'utilisation estimée des combustibles solides de récupération (SRF) dans les centrales à charbon et à lignite de l'Union européenne est estimée à 14 à 29 Mt de SRF/an (en supposant un taux de substitution d'un minimum de 5 à 10 % sur les bases thermiques). Le marché potentiel total des combustibles solides de récupération (SRF) peut se situer entre 21 et 42 Mt/an, ce qui représente une part importante de combustibles solides de récupération (SRF) qui pourrait être produite à partir des déchets solides municipaux et d'autres déchets combustibles. Il existe de grandes différences entre pays. L'Allemagne a encore un grand nombre de centrales électriques à lignite et à charbon. La France a une politique axée sur l'utilisation de centrales nucléaires et

par conséquent, possède peu de centrales à charbon. Dans le rapport du Comité européen de normalisation (CEN) sur les combustibles solides de récupération (SRF) [21, Langenkamp et Nieman, 2001], un potentiel d'utilisation des combustibles solides de récupération (SRF) est indiqué comme étant compris entre 33 et 50 Mt/an. La conclusion est que la production des combustibles solides de récupération (SRF) est en expansion et peut devenir un maillon essentiel de la chaîne de gestion des déchets.

### 1.4 Considérations environnementales générales liées aux installations de traitement des déchets

La composition des déchets est très variable et l'éventail des composants qui peuvent s'y trouver est très large. En raison d'une telle variance dans les composés et compositions, il existe très peu d'émissions communes en provenance d'opérations de gestion des déchets puisque chaque site a une combinaison d'opérations unitaires légèrement différente et accepte une gamme différente de déchets en fonction de circonstances locales.

Cette section a pour objet de présenter brièvement une vue d'ensemble des principales questions environnementales du secteur. Ces questions sont développées avec plus de précisions dans le chapitre 3.

#### Emissions dans l'air

La plupart des installations de déchets rejettent dans l'air du dioxyde de carbone, de l'ammoniac et des matières particulaires. Certaines substances organiques peuvent être couramment identifiées sur presque tous les sites et il est intéressant de noter que la plupart des sites créent un certain type d'émission de particules par le simple fait de manipuler les produits. Les problèmes tels que les odeurs et les composés organiques volatils sont également significatifs. D'autres contaminants susceptibles d'être trouvés sur certains sites sont le chlorure d'hydrogène, l'ammoniac, les amines, le sulfure d'hydrogène. D'autres composants susceptibles d'être présents sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les dioxines principalement parce qu'importés avec les déchets à traiter. Ils posent un problème à la fois en termes de santé et d'environnement. Ils sont formés au cours de la combustion incomplète des matières organiques (par exemple incinération, co-incinération, combustion de certains combustibles) et par le biais d'une reformation au cours du refroidissement des gaz d'évacuation. Les HAP sont relativement difficiles à dissocier. Le Tableau 1.17 présente les principaux rejets dans l'air provenant des opérations de traitement des déchets.

Principales émissions atmosphériques	Opération de traitement des déchets
Acides (HCl)	Incinération Traitements physico-chimiques
Ammoniac	Traitements biologiques Traitements physico-chimiques
Oxydes de carbone	Systèmes énergétiques Traitements thermiques Traitements biologiques
Pollution microbiologique	Traitements biologiques Biofiltres
Oxydes d'azote (N <sub>2</sub> O, NO, NO <sub>2</sub> )	Systèmes énergétiques Traitements thermiques Traitements biologiques
Oxydes de soufre	Systèmes énergétiques Traitements thermiques
Particules (incluant les métaux)	Systèmes énergétiques Stockage et manutention des solides Traitements thermiques
Composés organiques volatils (COV)	Traitements biologiques Traitements des huiles usagées Traitements des solvants usagés Systèmes de séparation des hydrocarbures/eau



	Stockage et manutention de substances organiques
Remarque : Se reporter au chapitre 3 pour les émissions spécifiques des différentes opérations de traitement des déchets.	

**Tableau 1.17 : Principales émissions atmosphériques de polluants par sources principales de traitements des déchets**

### Emissions dans l'eau

La plupart des installations de traitement des déchets déclarent une émission d'azote total, de carbone organique total, de phosphore total et de chlore dans l'eau. Le Tableau 1.18 présente une vue d'ensemble des principales émissions dans l'eau provenant des opérations de traitement des déchets.

Principales émissions dans l'eau	Opérations de traitement des déchets
Composés chlorés (par exemple AOX)	Traitements des solvants usagés
Métaux (par exemples As, Cd, Cu, Hg, Ni, Sn, Zn)	Traitements biologiques Opérations courantes de stockage et de manutention des déchets Traitements physico-chimiques d'extraction des métaux, des déchets de finition, fines chimiques et fabrication organique. Traitements des huiles usagées
Produits chimiques organiques (par exemples DBO, DCO, COT, hydrocarbures, phénols, BTEX)	Traitements des huiles usagées Traitements des solvants usagés Systèmes énergétiques
Azote total	Traitements physico-chimiques Traitements biologiques
Phosphore total	Traitements physico-chimiques Traitements biologiques
Remarque : Se reporter au chapitre 3 pour les émissions spécifiques des différentes opérations de traitement des déchets.	

**Tableau 1.18 : Principales émissions dans l'eau de polluants par sources principales de traitements des déchets**

### Déchets sortants

En règle générale, la production en sortie des installations de traitement des déchets est des déchets traités. Toutefois, ces sorties (production) peut se scinder en deux types différents. Un type fait référence aux déchets traités (qui, en règle générale, représentent la majeure partie de la production (sorties)) qui dans certains cas peut être réutilisés ailleurs. L'autre type est représenté par les déchets générés par le procédé de traitement proprement dit. L'apparence de ces derniers ne dépend pas seulement du type de déchets traités mais aussi du type de traitement donné aux déchets. En fait, ce second type de déchets dépend beaucoup plus du traitement que du type effectif de déchets traités.

### Contamination des sols et des eaux souterraines

Dans le passé, une gestion des déchets dénuée de précaution a été à l'origine d'une contamination des sols, comme cela s'est produit aussi dans la presque totalité des secteurs industriels. Comme c'est le cas dans de nombreuses autres industries, de nos jours, l'industrie du traitement des déchets n'est pas une activité qui donne lieu à une contamination des sols. Selon le procédé et le type de déchets utilisés, des actions de prévention ont été mises en place telles que la surveillance de la rétention, de l'imperméabilisation, des eaux souterraines, afin d'éviter et de lutter contre la contamination des sols et des eaux souterraines.



## 2 PROCÉDES ET TECHNIQUES APPLIQUÉS

Le présent chapitre décrit les traitements et les procédés du secteur du traitement des déchets qui sont inclus dans le champ d'application de ce document. Il s'adresse aux personnes désireuses de comprendre les procédés et les activités rencontrés dans ce secteur industriel ainsi qu'aux personnes intéressées dans les relations entre les procédés industriels et les sujets décrits dans les chapitres ultérieurs de ce document, c'est-à-dire les consommations, les émissions et les meilleures techniques disponibles.

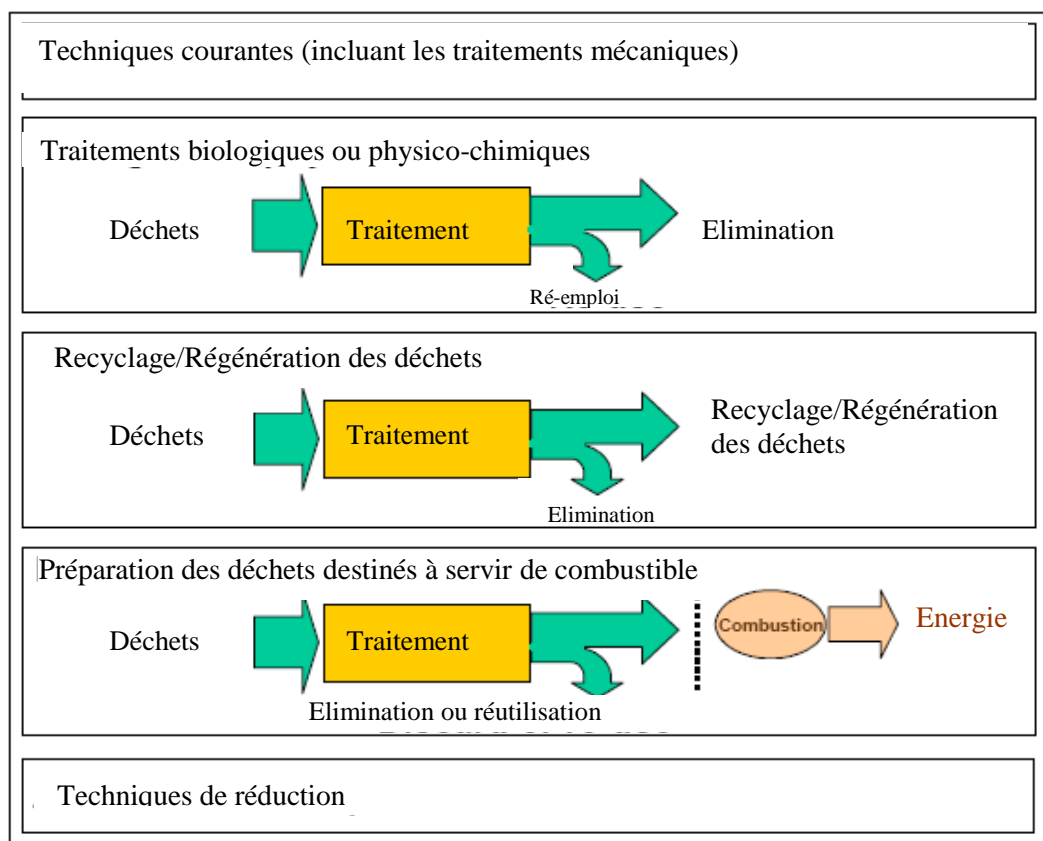
C'est pourquoi, l'objectif de ce chapitre n'est pas de reproduire des informations techniques publiées déjà disponibles dans la littérature générale. Par conséquent, certaines techniques couramment utilisées dans le secteur du traitement des déchets n'y seront pas décrites parce qu'il s'agit de simples opérations unitaires largement expliquées ailleurs. Des tableaux récapitulatifs présentent dans la mesure du possible l'objectif, le principe et les utilisateurs de ces techniques.

### Structure du chapitre

Les procédés et les activités du secteur du traitement des déchets sont divisés en six sections dans le présent document. Une telle structure/classement ne saurait être entendue comme une tentative d'interprétation de la directive sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution (PRIP) ou de tout texte législatif communautaire relatif aux déchets. Ces sections sont les suivantes :

- Techniques courantes. Cette section décrit les étapes du secteur des déchets qui sont généralement appliquées et qui ne relèvent pas d'un type de traitement particulier (par exemple, réception, assemblage, tri, stockage, système énergétique, gestion). Les opérations unitaires associées à ces traitements sont également abordées. La Figure 2.2 est un diagramme schématique d'une installation de traitement des déchets type. Les cases marron correspondent aux parties traitées dans la première section.
- Traitements biologiques et certains traitements mécanico-biologiques (par exemple, digestions aérobies/anaérobies). Les opérations unitaires associées à ces traitements y sont également abordées.
- Traitements physico-chimiques. Traitements tels que la précipitation, la décantation et la centrifugation, la valorisation des solvants et tous les traitements thermiques qui ne sont pas inclus dans le BREF sur l'incinération des déchets. Les opérations unitaires associées à ces traitements y sont également abordées.
- Traitements appliqués aux déchets afin de permettre le recyclage/la régénération des matières (par exemple, catalyseurs, solvants, huiles usagées, etc.). Les opérations unitaires associées à ces traitements y sont également abordées.
- Traitements appliqués pour transformer un type de déchets en une matière pouvant servir de combustible dans différents secteurs industriels. Les opérations unitaires associées à ces traitements y sont également abordées.
- Techniques de fin de chaîne utilisées dans les installations de traitement des déchets pour la réduction des émissions.

La Figure 2.1 et la Figure 2.2 illustrent la classification mentionnée ci-dessus. Cette classification est également reprise dans les chapitres ci-après par souci de cohérence et pour permettre au lecteur de retrouver plus facilement les informations souhaitées (références croisées).



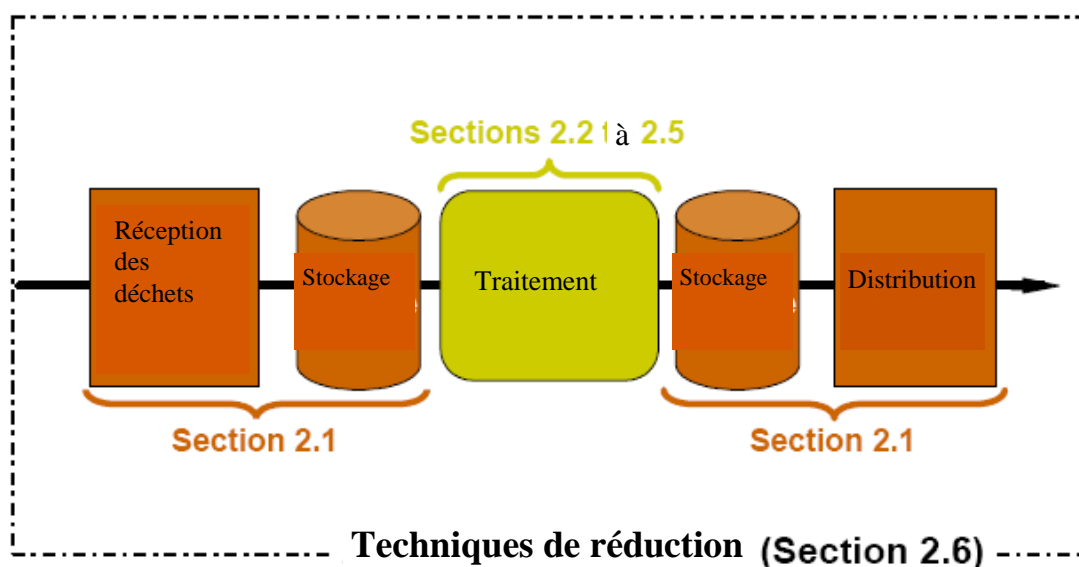
**Figure 2.1 : Structure des chapitres**

**Remarque :** Cette figure donne un aperçu de la manière dont les informations sont structurées dans le présent document. Il peut y avoir des exceptions pour l'une ou l'autre de ces catégories et il s'avère parfois difficile de classer un traitement dans l'une ou l'autre des catégories.

A l'intérieur du bloc « Préparation des déchets destinés à servir de combustible », le procédé de combustion est exclu du champ d'application du présent document. Pour plus d'informations, se reporter à la section champ d'application.

Une telle structure ne saurait être interprétée comme une quelconque tentative de fournir une orientation quant à la qualification d'un traitement des déchets en traitement de valorisation ou d'élimination au regard de la législation communautaire sur les déchets.

[150, TWG, 2004]



**Figure 2.2 : Opérations types appliquées aux traitements des déchets et manière dont elles sont réparties dans ce chapitre et dans le chapitre suivant**

Les nombreuses techniques énumérées dans ce chapitre sont décrites brièvement, et les informations sont structurées comme indiqué dans le Tableau 2.1. Cette structure de présentation est utilisée pour chaque technique afin de permettre au lecteur d'appréhender facilement les informations dans tout le document.

Nature des informations	Type d'informations apportées
Objectif	Brève explication de la finalité du type de traitement des déchets décrit
Principe de fonctionnement	Type de procédé mis en oeuvre, accompagné d'une brève explication
Flux entrants et sortants	Type de déchets pouvant être traités et détails concernant tous les produits de l'opération
Description du procédé	Brève description du procédé, accompagnée le cas échéant de chiffres et de diagrammes
Utilisateurs	Référence au nombre d'usines utilisant cette technique en Europe et dans le monde entier. Sont présentés, en outre, des détails sur le secteur du traitement des déchets qui fait appel à ce type de technique

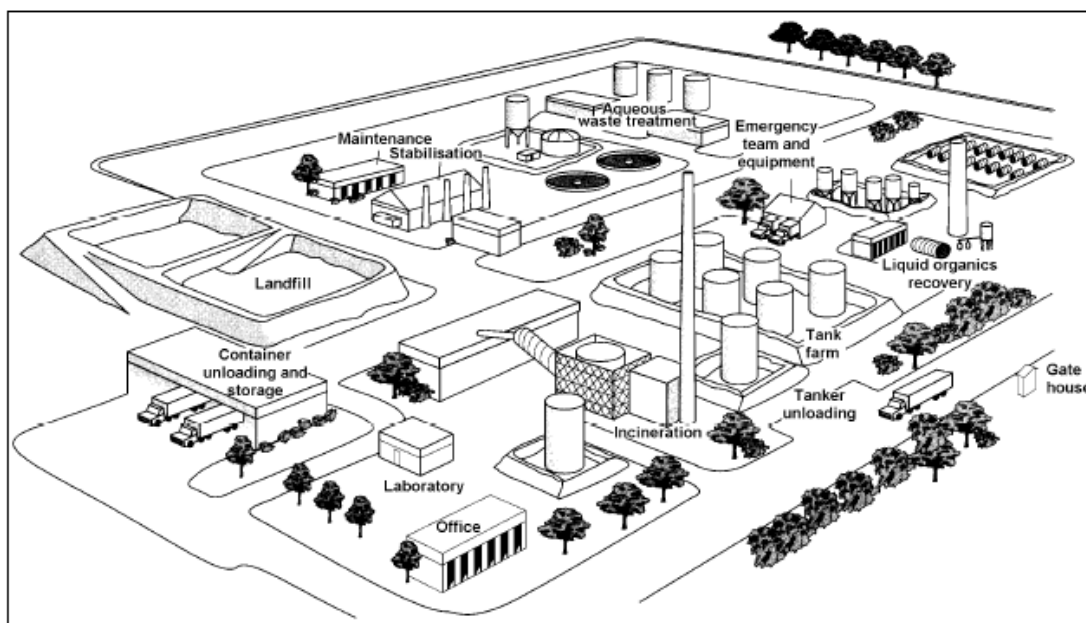
**Tableau 2.1 : Informations contenues dans la description de chaque technique incluse dans le chapitre 2**  
[150, TWG, 2004]

### Installations de traitements des déchets

Lorsque les déchets sont entreposés, un planning de traitement est développé qui identifie les déchets à traiter, leur emplacement de stockage, toutes les préparations nécessaires, le procédé de traitement et le taux d'alimentation des déchets. Au démarrage du traitement des déchets, les déchets sont en général acheminés par des systèmes de manutention des matériaux en vrac, tels que des conduites de transport ou des convoyeurs, jusqu'aux équipements utilisés pour réaliser les étapes de traitement prescrites. Les opérations de traitement peuvent être réalisées en continu ou par lots.

Différents types d'approche sont communs pour les installations de traitement des déchets. Il est possible de les classer en trois groupes :

- Installations de traitements des déchets situées sur le site de production des déchets. Elles gèrent généralement un nombre plutôt petit de types de déchets et ne fournissent qu'un nombre restreint de traitements
- Installations de traitements des déchets spécifiques spécialisées, qui peuvent fournir une ou plusieurs opérations mais qui généralement ne traitent qu'un petit nombre de types de déchets ou dont la quantité de production en sortie est relativement faible
- Installations de traitements des déchets intégrées. Certaines installations de traitement des déchets ne sont pas des installations autonomes contenant uniquement un seul type de traitement. Certaines sont conçues pour fournir un large éventail de services et pour traiter un large éventail de types de déchets. Comme mentionné dans la section 1.1, les installations de traitement de déchets sont conçues pour produire les services de traitements de déchets requis. Par exemple, elles sont parfois conçues pour offrir un certain type de traitement afin de traiter une grande quantité et une grande variété de types de déchets (par exemple, déchets aqueux, déchets solides municipaux). La Figure 2.3 est un exemple d'une telle installation complexe.



Aqueous waste treatment	Traitement des déchets aqueux
Maintenance/Stabilisation	Maintenance/Stabilisation
Tank farm	Décharge
Container unloading and storage	Déchargement des conteneurs et stockage
Emergency team and equipment	Equipe et équipements de secours
Liquid organics recovery	Valorisation des liquides organiques
Tanker unloading	Déchargement des véhicules citernes
Laboratory	Laboratoire
Office	Bureau
Gate house	Poste de contrôle

**Figure 2.3 : Exemple d'installation de traitements de déchet intégrée**  
[53, LaGrega et al., 1994]

Le Tableau 2.2 établit une correspondance entre les opérations réalisées dans des installations de traitement des déchets et les composants d'une installation totalement intégrée. Il est important de noter que tous les composants opèrent sous la protection d'un certain nombre de mesures spéciales. Ces mesures de précautions spéciales concernent la sécurité, les inspections, la maintenance, la formation, la prévention des incidents, le plan d'urgence, la sécurité, la surveillance et les audits.

Composants de l'installation	Sous-systèmes d'opérations				
	Analyse des déchets préalablement à l'envoi	Réception des déchets	Stockage et préparation des déchets	Traitement des déchets	Gestion des sorties solides
Laboratoire d'analyses	X	X			
Zone d'attente des camions		X			
Poste de contrôle à l'entrée		X			
Pont de pesage		X			
Déchargement des fûts et stockage		X	X		
Parc à réservoirs		X	X		
Préparation des déchets et des déchets en vrac		X	X		
Traitement biologique				X	X

Composants de l'installation	Sous-systèmes d'opérations				
	Analyse des déchets préalablement à l'envoi	Réception des déchets	Stockage et préparation des déchets	Traitement des déchets	Gestion des sorties solides
Traitement physico-chimique				X	X
Usine de stabilisation				X	X
Régénération				X	X
Préparation des déchets destinés à servir de combustible				X	X
Incinérateur*				X	X
Alvéoles de décharge*					X
*Non abordé dans ce document					

**Tableau 2.2 : Exemple de sous-systèmes et de composants des différentes opérations**  
[53, LaGrega et al., 1994], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

Quels sont les procédés appliqués à chaque type de déchets ?

Afin de sélectionner le type de traitement à appliquer aux différents types de déchets, des arbres de décision ont été mis au point.

## 2.1 Techniques courantes appliquées dans le secteur

[40, Milton et Becaud, 1998], [50, Scori, 2002], [51, Inertec et al., 2002], [53, LaGrega et al., 1994], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [100, UNEP, 2000], [116, Irish EPA, 2003], [119, Watco, 2002], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004] [157, UBA, 2004].

Cette section présente les pré-traitements/activités ou les post-traitements/activités (voir l'introduction du chapitre 2 et la Figure 2.2) couramment utilisés dans le secteur du traitement des déchets et inclus dans le champ d'application de ce document. Elle comprend aussi certaines activités de traitement qui sont couramment utilisées dans l'ensemble du secteur. Par exemple, elle comprend les techniques utilisées pour le reconditionnement, le broyage, le tamisage, le séchage, l'assemblage, le tri, l'homogénéisation, la mise à la ferraille, la fluidification, le lavage, la mise en balles, le regroupement et le stockage, le transport, la réception et le contrôle de traçabilité ainsi que les techniques de gestion mises en oeuvre dans les installations de traitement de déchets. Seules les techniques importantes d'un point de vue environnemental sont décrites de manière détaillée. D'autres techniques considérées comme des techniques génériques ou des techniques très spécialisées n'ont pas été décrites mais sont récapitulées dans les deux derniers paragraphes de cette section (2.1). Les techniques appliquées à la réduction des émissions (par exemple, filtres à air, biofiltres, traitement des eaux résiduaires) sont mentionnées brièvement dans la Section 2.6 et sont analysées dans le détail dans les trois dernières sections du Chapitre 4.

### 2.1.1 Réception, acceptation, traçabilité et assurance qualité

La plupart des usines de traitement des déchets procèdent dans l'ordre suivant : a) acceptation, b) stockage, c) traitement, d) stockage des résidus et émissions (rejets). Chacune des étapes précédentes nécessite de connaître et de vérifier les déchets ainsi qu'une acceptation spécifique et une gestion du traitement. La connaissance des déchets avant leur acceptation et leur traitement, est un facteur clé de la gestion d'une installation de traitement des déchets. L'objectif de cette section est de présenter les différents types de contrôles et d'analyses susceptibles d'être réalisés pendant le procédé de traitement des déchets, depuis l'acceptation préalable et l'arrivée des déchets sur le site jusqu'à la répartition finale des déchets.

#### Procédures de pré-acceptation et d'acceptation

De nombreux sites de traitement des déchets (par exemple, les installations de traitement des déchets dangereux) requièrent des informations et/ou des échantillons avant le transport des déchets sur leur site, pour leur permettre de s'assurer que les déchets s'inscrivent dans le cadre de l'autorisation (licence) délivrée pour l'exploitation du site et qu'ils n'auront pas d'incidence négative sur le procédé de traitement. La pré-acceptation comprend le prélèvement d'un échantillon, la rédaction d'une fiche d'identification, la réalisation d'une analyse puis une évaluation destinée à déterminer si les déchets peuvent être acceptés dans l'installation. En cas d'acceptation préalable, les déchets sont transportés jusque dans l'installation, où une deuxième analyse va contribuer, là encore, à la décision d'acceptation ou de refus des déchets. La procédure d'acceptation contient donc deux étapes : premièrement, la phase de pré-acceptation et deuxièmement, la phase d'acceptation.

### **Pré-acceptation**

Les procédures de pré-acceptation des déchets comportent trois étapes principales :

- a. La fourniture d'informations par le producteur de déchets. Par exemple, un formulaire spécifique d'identification des déchets (caractéristiques principales, considérations en termes de santé et de sécurité, manière dont ils sont produits, etc.)
- b. Analyses préliminaires et complètes destinées à caractériser les déchets
- c. Sur la base de toutes ces informations, l'opérateur prend la décision finale d'accepter les déchets dans l'installation ou de les refuser (en ayant à l'esprit les spécifications figurant dans son autorisation d'exploitation et les conditions requises pour le procédé). Il existe toujours des réglementations à respecter avant d'accepter des déchets comme étant conformes à la description. Certaines d'entre elles sont développées au niveau national et d'autres au niveau de l'installation. Par exemple, il peut s'agir de certains pourcentages de différenciation ou de paramètres limités par l'autorisation d'exploitation. Dans certains cas, une évaluation du risque peut être réalisée. L'opérateur chargé du traitement des déchets peut évaluer le risque de contrevenir à certaines règles de cette manière (par exemple, les réglementations nationales). Un exemple de classement du risque dans la phase de pré-acceptation peut être le suivant :
  - Les déchets sont classés comme étant à risque « élevé » si les déchets ou les clients sont nouveaux.
  - Les déchets sont classés comme étant à « faible » risque :
    - s'il s'agit de déchets connus provenant d'un client connu et
    - si les propriétés et la composition des déchets sont prévisibles et
    - si le risque de contamination ou de dilution des déchets avec d'autres déchets ou matières est faible.

Dans certains cas, une partie de cette procédure (par exemple, l'analyse) peut devoir être adaptée, par exemple, lorsque les conditions d'échantillonnage sont dangereuses au moment du prélèvement ou lorsque la quantité de déchets est très petite.

La caractérisation complète avant l'expédition a pour objectif de satisfaire aux conditions requises ci-après afin de :

- déterminer si les déchets peuvent être acceptés et réceptionnés sur le site par rapport à :
  - l'autorisation détenue par l'installation
  - la capacité de l'installation à traiter ou éliminer les déchets
- identifier les dangers inhérents aux déchets de manière à pouvoir prendre des mesures de précaution appropriées pendant leur manipulation et leur stockage sur le site afin d'éviter tout incident
- déterminer les caractéristiques physiques et les constituants chimiques des déchets pour permettre la sélection de procédés de traitement et d'élimination efficace
- sélectionner les paramètres de vérification à tester lors de l'arrivée des déchets sur le site. Ces paramètres peuvent permettre de vérifier que chaque envoi de déchets est du même type que les déchets ayant fait l'objet d'une caractérisation complète



- sélectionner des paramètres de traitabilité à tester, qui sont susceptibles de varier au point d'avoir une incidence sur la façon dont le traitement des déchets pourrait être programmé
- développer une estimation du coût du traitement ou de l'élimination des déchets

### **Acceptation**

A la réception, un code unique est attribué aux conteneurs de déchets, ou au lot, pour assurer la traçabilité des déchets à tout moment. Les conteneurs individuels ou les emplacements de stockage spécifiques sont identifiés en conséquence. Certaines compagnies de valorisation des huiles usagées tendent à vérifier le stock d'alimentation entrant en interrogeant le chauffeur du camion et en soumettant des échantillons prélevés dans le haut et dans le bas de la cargaison du camion à une inspection visuelle et olfactive. Le risque en phase d'acceptation peut être classé comme suit :

- les déchets classés à risque élevé sont généralement toujours analysés à la livraison
- les déchets classés à faible risque sont parfois testés quant à la conformité avec les données issues de la phase d'acceptation préalable. La procédure d'acceptation est généralement conduite par les récepteurs dont le rôle est indépendant des opérateurs ou des acquéreurs des déchets. L'ensemble de la procédure classant les risques de non-conformité aux données issues de la phase d'acceptation préalable et la description des rôles et des responsabilités des diverses personnes impliquées dans l'acceptation des déchets fait généralement partie du plan d'analyse des déchets.

Lors de l'acceptation des déchets, le responsable de l'installation signe une déclaration et en envoie une copie au producteur des déchets (expéditeur). A ce stade, l'installation peut partager la responsabilité, dans certains cas, avec le producteur et le transporteur. Dans d'autres cas, le producteur des déchets conserve la responsabilité du traitement des déchets jusqu'à la réalisation du dernier traitement. Ainsi, il est indispensable que l'analyse des déchets avant expédition ait été déjà terminée et que l'expédition soit planifiée. Sans planification antérieure de l'arrivée, ou en l'absence de documentation correcte relative au chargement, le contrôle à l'entrée de l'installation va refuser l'entrée du camion.

### **Echantillonnage et analyse**

Une partie des déchets sont analysés au niveau du site. Le niveau d'analyse est fonction de la quantité de traitement à réaliser et de la taille du conteneur. Par exemple, les matières à traiter dans une installation adjacente sont testées afin de vérifier leur compatibilité, de même que les fûts de matière destinés au regroupement et à un transfert ultérieur. Les systèmes d'analyse varient d'un site à l'autre en fonction du type de déchets et du traitement ultérieur envisagé. Par exemple, une analyse peut impliquer une vérification initiale du niveau de pH, de l'odeur et du point d'éclair lors du déchargement des matières, opération suivie par une analyse plus détaillée par comparaison avec le contenu énoncé sur le bordereau d'expédition pour les matières qui seront décantées sur le site.

La manière dont l'échantillonnage et toutes les analyses sont réalisés peut varier en fonction de la finalité des vérifications, par exemple, acceptation préalable, acceptation, réception, analyse du procédé, traçabilité, analyse de répartition, réception au site de l'utilisateur final ou analyse externe. Les travaux du CEN TC 292 fournissent des informations sur l'échantillonnage et la préparation des échantillons. Des informations supplémentaires sont également disponibles dans la section 3.7.

### **Laboratoire**

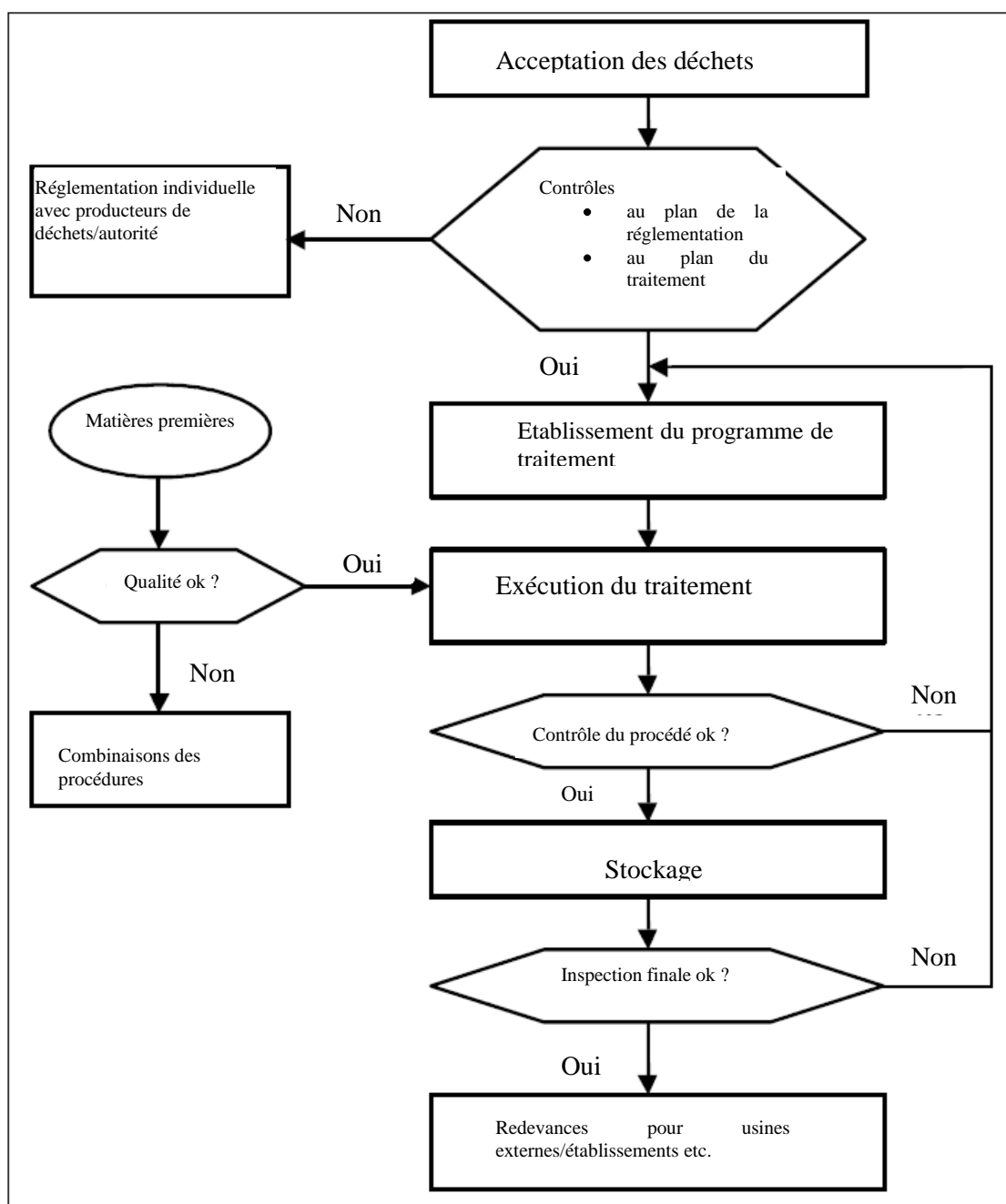
Après la collecte de l'échantillon, le laboratoire analyse généralement une partie de l'échantillon afin de déterminer les paramètres de vérification et conserve le reste de l'échantillon pour une analyse ultérieure des paramètres de traitabilité. Après la vérification de son chargement, le camion est dirigé vers une aire de décharge où il est déchargé puis repesé avant de quitter l'installation. Les principales tâches du laboratoire sont les suivantes :



- acceptation et identification
- établissement d'un programme de traitement
- contrôle du procédé
- inspection finale

Le plan d'analyse des déchets est un élément capital pour une installation. Le plan spécifie les paramètres pour lesquels chaque déchet doit être analysé, les procédés d'échantillonnage et d'analyse à utiliser et la fréquence d'analyse. Avant qu'une installation ne traite, ne stocke ou n'élimine un déchet, elle doit établir un profil du déchet, y compris une analyse chimique et physique détaillée d'un échantillon représentatif du déchet. Les installations commerciales exigent cette caractérisation complète avant l'expédition des déchets par le producteur. Un échantillonnage représentatif du chargement de déchets est effectué à l'arrivée sur l'installation afin de vérifier que la composition des déchets expédiés correspond aux informations données sur les bordereaux de caractérisation complète des déchets.

Les laboratoires de l'installation ont une importance capitale, par exemple, dans les traitements physico-chimiques des eaux résiduaires. Des simulations du procédé aux fins d'établir à la fois les programmes de traitement et un travail analytique sont entreprises pour déterminer la séquence des procédés aussi bien du point de vue des contrôles du procédé que des émissions (eaux résiduaires, rejets dans l'air) ; le programme de traitement contient des instructions exactes concernant la manière dont sont traités les déchets, les produits chimiques à utiliser – selon le type et la quantité/dose – et l'établissement des contrôles et des documents. La Figure 2.4 représente schématiquement un exemple de la manière dont ces relations sont imbriquées entre elles.



**Figure 2.4 : Schéma de principe simplifié d'une procédure de vérification/inspection dans une usine de traitement physico-chimique des eaux résiduaires**

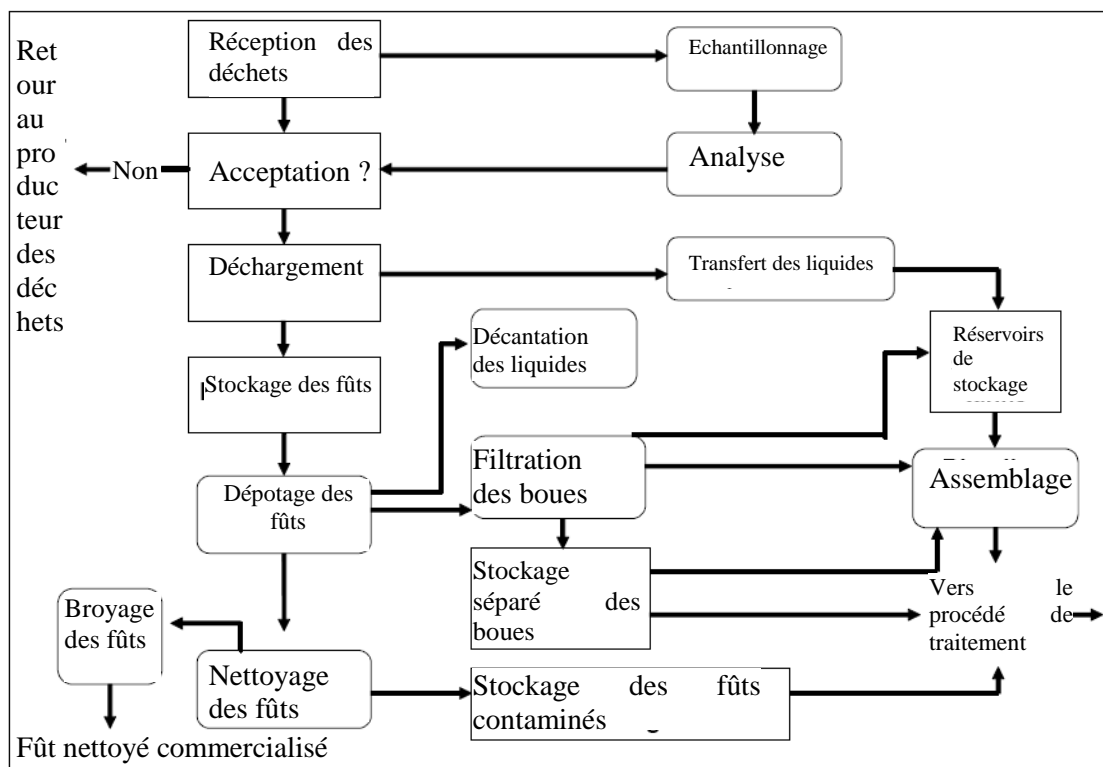
### Réception

En règle générale, les déchets sont inspectés physiquement à leur arrivée sur le site afin de vérifier l'intégrité des conteneurs et de vérifier visuellement le type de déchets. La plupart des sites procèdent à une inspection de routine quotidienne de l'intégrité des conteneurs sur le site.

Les expéditions de déchets arrivent généralement par camion au poste de contrôle de l'installation. Les expéditions planifiées et correctement documentées sont conduites vers la station réceptrice où tous les conditionnements sont vérifiés, le camion chargé est pesé et des échantillons représentatifs sont prélevés afin de tester les paramètres de vérification. Les déchets peuvent arriver sous forme de liquides en vrac dans un camion-citerne, de liquides en conteneurs ou de boues en fûts, de cargaisons en vrac de sol contaminé dans des camions-bennes ou par un certain nombre d'autres moyens. Le prélèvement d'un échantillon représentatif peut être une tâche difficile si l'on considère qu'un déchet peut être sous forme de

phases et d'états multiples ou comporter des poches de contamination élevée. La station réceptrice doit utiliser des procédures préalablement établies pour chaque situation afin de garantir le prélèvement d'un échantillon représentatif.

Le simple « déchargement » d'un camion peut constituer un défi difficile à relever en cas de stratification des déchets, de fuite d'un conteneur ou si une réaction de solidification s'est produite. Pour faire face à de telles situations anormales, les installations prévoient généralement des procédures et sont prêtes à résoudre de tels problèmes avec des équipements spéciaux. Enfin, il est parfois nécessaire de nettoyer le camion pour éliminer toute trace résiduelle.



**Figure 2.5 : Exemple de réception et d'acceptation des déchets sur un site traitant des liquides en vrac et des boues.**

### Systèmes d'assurance qualité

Une partie de la gestion des déchets dans l'installation est l'organisation logistique, par exemple, celle du traitement des combustibles issus de déchets solides. En sélectionnant et en utilisant des matières usagées spécifiques, les producteurs de combustibles issus des déchets solides définissent un type d'assurance qualité eux-mêmes. Il existe déjà un certain nombre de systèmes d'assurance qualité et d'autres réglementations sont en phase de mise au point.

Dans le passé, les combustibles issus de déchets solides étaient principalement produits à partir de procédés liés aux déchets comme les mono-lots qui étaient plus faciles à gérer en raison de leurs qualités constantes. De nos jours, des fractions hautement calorifiques de déchets municipaux solides et d'autres déchets mixtes sont en vue comme source de production des combustibles issus de déchets solides. L'objectif d'un système d'assurance qualité est d'atteindre et de garantir des qualités constantes afin d'accroître l'acceptation par l'utilisateur final et par les autorités délivrant des autorisations. Les conditions requises concernent principalement la qualité du produit.

### 2.1.2 Techniques de gestion

Cette section traite de la gestion opérationnelle et de la gestion des émissions dans l'installation. Certaines mesures de précaution spéciales doivent être appliquées en ce qui concerne :

- la sécurité
- l'inspection et la maintenance
- la prévention des incidents
- la planification des mesures d'urgence
- la formation du personnel
- la sécurité
- le suivi, la surveillance

- les audits.

### **Accidents**

Le risque d'accident est inhérent lorsque l'on s'occupe des déchets et en particulier des déchets dangereux. Les déchets sont par nature hétérogènes et sont souvent intrinsèquement agressifs vis-à-vis de l'usine et des équipements. Tout échec de la gestion des déchets, depuis le procédé de caractérisation et de vérification des déchets jusqu'aux réactions de contrôle opérationnel et de mélange des déchets, va augmenter de manière significative le risque de réactions indésirables ou produites par des fuites.

### **2.1.3 Systèmes énergétiques**

Les questions de la gestion de l'énergie sont examinées dans cette section. Les installations destinées à la génération de vapeur et/ou d'électricité ne sont pas traitées ici parce qu'elles sont traitées dans d'autres documents BREF (par exemple, dans le BREF sur les grandes installations de combustion, ou dans celui sur l'incinération des déchets).

Le fonctionnement d'une installation nécessite de la chaleur et de l'énergie électrique. Certains équipements courants sur le site utilisent des combustibles fossiles, notamment les chariots élévateurs à fourche, les petites chaudières, les déchiqueteuses et les broyeurs. Ils utilisent un mélange de carburants diesel standard pour véhicules et une gamme de gas-oils. Certains d'entre eux peuvent être alimentés électriquement ou même pneumatiquement. Certains sites ont des chaudières de production de vapeur sur site.

Les principales utilisations de l'énergie sur une installation de traitement de déchets sont les suivantes :

- chauffage, éclairage et alimentation électrique des bâtiments de l'installation
- alimentation électrique pour les procédés de traitement et les équipements de l'installation, tels que les pompes, les compresseurs à air, les centrifugeuses, etc.
- carburant pour la propulsion des véhicules.

Une bonne conception et une bonne gestion des systèmes d'énergie sont des aspects importants permettant de minimiser l'impact d'une installation de traitement des déchets sur l'environnement.

### **2.1.4 Stockage et manutention**

Les objectifs du stockage sont les suivants :

- stocker les déchets en toute sécurité avant leur introduction en tant que charge d'alimentation dans le traitement
- fournir un temps d'accumulation adéquat. Par exemple, pendant les périodes où les systèmes de procédé de traitement et d'élimination sont hors service, ou lorsqu'il existe un intervalle entre le traitement et la répartition des déchets ou à des fins de contrôles et d'inspections ou pour accumuler suffisamment de déchets afin d'utiliser la pleine capacité du traitement, etc.
- séparer le traitement et la répartition des déchets
- permettre l'utilisation efficace des procédures de classement à réaliser pendant les périodes de stockage/accumulation
- faciliter les procédés de traitement en continu. Les procédés de traitement en continu ne sont pas capables de réagir à des changements soudains et importants de la composition et des réactions des déchets tout en garantissant un résultat de traitement spécifique. Pour cette raison, l'homogénéisation des propriétés diverses et du niveau de traitabilité des déchets doit être obtenue et garantie par un stockage/une accumulation intermédiaire des déchets à traiter. De ce fait, il est indispensable de mettre en place un stockage/des réservoirs avant le

traitement proprement dit dans les installations de traitement physico-chimique à fonctionnement continu

- faciliter le mélange, l'assemblage et le reconditionnement des déchets comme nécessaire
- permettre une introduction étagée des différents déchets avec des réactifs dans les procédés de traitement type consécutif
- collecter une quantité raisonnable de déchets avant leur envoi pour certains traitements (par exemple, stations de transfert).

### **Des petits conditionnements au stockage à grande échelle (regroupement)**

Les déchets peuvent être triés en différentes catégories en fonction de l'expédition en vrac de matières compatibles à des sites d'élimination ou de traitement spécifiques. Par exemple, les petits conteneurs peuvent être conditionnés dans des fûts de 205 litres avec de la vermiculite comme calage de conteneur pour faciliter la manutention et le transport. Des conteneurs plus grands peuvent simplement être triés en différentes catégories de déchets et stockés sur des palettes en attendant d'être expédiés.

Certains déchets sont décantés et groupés dans des conteneurs plus grands, par exemple, :

- conteneurs de laboratoire ou petits conteneurs commerciaux dans des fûts de 205 litres ou dans des conteneurs intermédiaires pour produits en vrac (IBC)
- les déchets en fûts peuvent être transférés dans des conteneurs intermédiaires pour produits en vrac (IBC)
- la fraction liquide des déchets en fûts est décantée dans des conteneurs intermédiaires pour produits en vrac (IBC)
- la fraction aqueuse des déchets à deux phases est décantée
- une partie du chargement d'une citerne peut être stockée dans l'attente d'autres matières afin de constituer un chargement complet.

La décantation des déchets réduit le tonnage des matériaux de conditionnement associés à leur transfert ; et produit un ensemble cohérent d'unités plus importantes qui peuvent être stockées plus facilement sur le site et qui sont conditionnées et étiquetées en vue de leur transit ultérieur. Ceci s'avère important pour le site récepteur suivant qui peut avoir besoin d'un flux contrôlé et vérifié de matières en vue de leur traitement.

L'un des rôles des installations de traitement des solvants usagés consiste à regrouper et à reconditionner de petits volumes (fûts, etc.) qui seront préparés comme combustibles ou pour régénérer un solvant susceptible d'être réutilisé. L'objectif d'une installation de regroupement des solvants/ de préparation des combustibles liquides est de préparer des déchets sur mesure, stables et homogènes, qui correspondent parfaitement aux conditions exigées pour leurs utilisations finales (recyclage, incinération ou co-incinération).

### **Transport des matières**

L'étape suivante de destination des déchets peut être la récupération, le traitement ou l'élimination, et peut se dérouler sur un site adjacent à l'intérieur du même complexe, ou nécessiter le transfert dans d'autres véhicules en vue de leur transport.

Le choix du transport pour les matières dépend de leur forme physique. En d'autres termes, le transport des gaz, des liquides et des solides implique des techniques de transport différentes. Les solides sont transportés par : courroies transporteuses, chariots élévateurs à fourche, camions, transporteurs pneumatiques, godets chargeurs, grues, transporteurs à bande, etc. Les liquides et les semi-liquides sont transportés par : pompes, tuyaux, courroies transporteuses, vis sans fin, élévateurs, etc., et les gaz sont transportés par : compresseurs et tuyaux.

En raison des efforts constants pour éviter la production de déchets et pour la collecte séparée des déchets produits, la gestion de petites quantités jusqu'à approximativement 1 m<sup>3</sup> est

particulièrement importante. Dans certains pays, des systèmes ont été développés afin de séparer la collecte et le transport des déchets (par exemple, le système de conteneur AS en Allemagne).

### **Acceptation des paquets**

Les installations de traitement physico-chimique acceptent les déchets arrivant par porte-conteneurs, citernes, camion, pipelines ou navires et stockent généralement les déchets avant leur traitement dans de petits conteneurs ou réservoirs.

### **Lavage et nettoyage des véhicules et des réceptacles/conteneurs**

Après livraison et vidage, les véhicules/constructions et les réceptacles/conteneurs peuvent être nettoyés sur le site (par exemple, dans le cadre d'un accord avec la société de transport) ou hors du site sauf si les réceptacles/conteneurs sont éliminés, le résidu adhérent n'est pas nocif, ou les constructions, réceptacles ou conteneurs sont utilisés de nouveau pour transporter des déchets semblables.

En raison des nombreux types différents de fûts/conteneurs/constructions, le nettoyage – en dehors des exceptions – est réalisé à la main en utilisant des dispositifs de pulvérisation, des dispositifs de rinçage à pression élevée ou des techniques de brossage et de balayage. Le nettoyage peut être réalisé à l'intérieur ou à l'extérieur, afin de garantir la réutilisation des fûts/conteneurs/constructions. Le nettoyage interne est important pour éviter de colporter les substances. Il peut s'agir d'une opération cruciale, par exemple, lorsque la limite des matières organiques adsorbables par le chlore dans l'eau résiduaire d'une installation Ph-c (valeur AOX) est de 1 mg/l et que cette concentration peut être affectée par un reliquat lors du remplissage (par exemple, par des résidus avec des ingrédients AOX correspondants). Généralement, un traitement séparé des eaux résiduaires est réalisé afin de s'assurer que le système d'évacuation des eaux n'est pas contaminé par de telles eaux.

Une installation de nettoyage des conteneurs peut être une installation automatique qui nettoie l'extérieur et l'intérieur. Le procédé de nettoyage est contrôlé par informatique au moyen de détecteurs sans contact. La capacité maximale de l'installation est de 10 conteneurs par heure. Les déplacements des dispositifs de manutention sont réalisés hydrauliquement. Les dispositifs de nettoyage sont alimentés en eau par deux pompes à pression élevée d'une capacité de 132 kW chacune. L'eau de lavage circule en boucle fermée sur le système de traitement des eaux existant.

### **Récupération des conteneurs**

La majorité des conteneurs entrants (en verre, métal ou plastique) sont déchiquetés ou broyés avant recyclage ou élimination. Certains fûts et conteneurs intermédiaires pour produits en vrac (IBC) sont triés en vue de leur réutilisation dans le cadre des opérations de transfert et d'autres sont lavés (ou ventilés) avant réutilisation ou vente.

Le dépotage des fûts peut être une simple opération d'assemblage, et une opération de criblage sensible pour vérifier les contenus des fûts avant leur mise en décharge comme cela est le cas dans certains pays. Cette dernière pratique est actuellement interdite par la Directive sur la mise en décharge des déchets.

### **Modes de stockage et installation**

Les parcs à réservoirs peuvent faire partie intégrante d'une opération de transfert et d'assemblage, ou peuvent fonctionner en tant qu'activités autonomes. Le stockage en vrac risque de devenir plus courant car la plupart des déchets nécessitent un traitement conformément à la directive sur les décharges. Cette situation est susceptible d'entraîner des difficultés de correspondance entre la production des déchets et la capacité limite des usines de traitement, et par conséquent il sera nécessaire de disposer d'un plus grand nombre d'unités de stockage intermédiaire. L'attention est attirée sur le BREF concernant le stockage, la directive Seveso II et les réglementations nationales.



Les liquides peuvent être stockés dans des réservoirs et/ou des conteneurs (par exemple, des conteneurs en verre, des fûts, des gros conteneurs), des compartiments de stockage, des locaux de stockage et un stockage en plein air (par exemple, eaux résiduelles). Les solides peuvent être stockés sous forme de tas, dans des petits sacs et dans des sacs en vrac, dans des silos et des bunkers et compactés. Les déchets solides peuvent être stockés dans des zones confinées, comme par exemple, des locaux fermés (par exemple, avec un système de filtration approprié et un traitement des gaz d'échappement pour réduire les odeurs et les émissions dans l'air) et manutentionnés alors avec une grue, une grue mobile ou une courroie transporteuse ou dans des silos (par exemple, des silos cylindriques ou parallélépipédiques avec une vis ou un transporteur à bande pour extraire les déchets solides).

Lors du déchargement, les déchets sont acheminés sur le lieu de stockage, qui peut être sous la forme de réservoirs ou de bassins de retenue pour les liquides en vrac, de trémies pour les solides et les boues d'épuration ou de plates-formes et d'entrepôts pour les conteneurs.

Certains sites peuvent stocker des déchets bruts ou des déchets assemblés en attente de transfert pour une utilisation dans un autre procédé.

Les zones de stockage sont souvent les aspects les plus visibles de l'installation. Les problèmes principaux que les exploitants doivent traiter eu égard au stockage des déchets sur l'installation sont les suivants :

- emplacement des zones de stockage
- infrastructure des zones de stockage
- état des réservoirs, des fûts, des cuves et des autres conteneurs
- contrôle des stocks
- stockage compartimenté
- mesures de confinement pour protéger l'environnement et la santé des travailleurs.

Les conteneurs utilisés pour stocker des fûts déchetés ou les conteneurs intermédiaires pour produits en vrac (IBC) sont également traités dans ce document.

La prévention et la protection contre les incendies sont un élément important à prendre en considération en matière de sécurité, eu égard au stockage et à la manutention.

Les produits chimiques douteux en petits conditionnements (laboratory smalls) comprennent essentiellement des substances dans des conteneurs d'une capacité inférieure à cinq litres.

Ils contiennent généralement des éléments chimiques purs et des composés provenant des laboratoires ou proviennent de l'élimination des produits de laboratoires. La majorité des exploitants offrent un service de collecte et de compactage pour les petits déchets de laboratoires.

Les produits chimiques douteux en petits conditionnements (laboratory smalls) sont habituellement triés et regroupés dans des fûts (par exemple, de 205 litres ou d'autres tailles en fonction du traitement ultérieur) dans des locaux clos, prévus à cet effet, avec une ventilation positive et un éclairage antidéflagrant, ou dans des zones sous abri ouvertes sur les côtés.

Les réservoirs s'utilisent aussi pour stocker les déchets. Il peut s'agir d'une opération de regroupement à moyenne échelle visant à regrouper des chargements partiels de citernes afin d'obtenir un chargement complet pour un transfert à destination du procédé suivant ; ou d'une opération de stockage des déchets à grande échelle dans un parc à réservoirs. La première opération tend à avoir des contrôles limités, semblables à ceux du stockage des combustibles sur site. Les réservoirs sont généralement en plein air, sur un socle en dur et entourés d'un mur de protection. Le type de stockage appliqué dépend du besoin d'homogénéisation de l'unité de stockage.

Souvent, le stockage en conteneur implique également des procédés de classement, les conteneurs utilisés étant aussi équipés d'un système d'écumage pour éliminer les matières flottantes et d'un système d'aspiration pour éliminer les sédiments. Si les procédures de classement sont inopérantes, les déchets peuvent, dans ce cas, être soumis à une agitation continue pour conserver un état d'homogénéité.

Les fonctions de stockage, de traitement et d'après-traitement ne sont pas séparées mais se déroulent plutôt dans le même conteneur. Un procédé de traitement par lots est utilisé.

### **Capacité de stockage**

Les capacités de stockage doivent être conçues pour garantir en règle générale un service continu. D'autres questions à prendre en considération sont le retraitement du produit en sortie lorsque sa qualité ne satisfait pas aux spécifications requises et à la fréquence de distribution.

### **Dépotage des conteneurs**

Les déchets fluides sont acceptés et une sédimentation est réalisée. Les déchets fluides sont livrés en conteneurs, en véhicules citernes ou en véhicules citernes d'aspiration/refoulement. Lorsqu'ils sont livrés en conteneur, ils sont saisis sur la courroie transporteuse par un dispositif de manutention, transportés vers le bassin de réception préalablement sélectionné où ils sont vidés en mode semi-automatique. Les solides bruts présents sont retirés et collectés dans des conteneurs. La phase fluide s'écoule en suivant la pente jusque dans le bassin de sédimentation. Les bassins de sédimentation (8 au total) sont sélectionnés par un système de commande.

En cas de livraison en véhicules citernes ou en véhicules citernes d'aspiration/refoulement, ils sont acheminés dans la zone de dépotage où les réservoirs sont connectés au filtre de tamisage par le biais d'un tube. Les déchets fluides s'écoulent depuis les réservoirs à travers le tube jusqu'au filtre de criblage, où les impuretés grossières (par exemple, les gants et les chiffons) sont retirées. Les éléments métalliques sont retirés au moyen d'un séparateur magnétique. Ensuite, ils sont transférés par le biais d'un système à tuyauterie dans un bassin présélectionné par un système de commande.

### **Zone de stockage sur palettier contrôlée par ordinateur pour les déchets dangereux**

La zone de stockage sur palettier sert de zone de stockage et de contrôle sécurisée pour les déchets livrés en conteneurs fermés. Les déchets non emballés ne peuvent pas être mis en stockage. La zone de stockage comporte 1 680 positions de stockage, 2 cuves de stockage et offre 250 possibilités de transferts à destination et en provenance des bacs.

Pour ces transferts, la zone de stockage sur palettier dispose de convoyeurs à chaîne et d'élévateurs à godets. Pour la prévention des incendies, la zone de réception est équipée d'extincteurs fixes qui sont couplés à des systèmes d'alarme sonore. En outre, des extincteurs portables sont installés. A partir de la zone de stockage sur palettier, les déchets sont transférés vers les différentes installations où ils sont éliminés, valorisés ou pré-traités avant élimination ou récupération.

### **Manutention des matières provenant d'une usine de traitement physico-chimique**

La manutention des matières impose un conditionnement correct et une sécurité dans le chargement. Les petites quantités sont conditionnées dans des unités de conditionnement faciles à manipuler, par exemple, dans des bouteilles ou dans des boîtes. Les grandes quantités en conteneurs, par exemple, de 100 à 12 000 litres de volume. Avant traitement, les unités/conteneurs doivent être vidés. A cette fin, des dispositifs appropriés sont nécessaires, par exemple :

- des outils d'ouverture
- des dispositifs de retenue et de serrage
- des dispositifs de levage et de rotation.

Afin de limiter la variété des dispositifs techniques et d'assurer la manutention, les unités de conditionnement/ conteneurs sont sûrs et efficaces. Les unités/conteneurs sont combinés avec les systèmes. Le procédé de dépotage requiert :

- un personnel expérimenté
- des connaissances concernant les matières/les déchets
- des équipements/dispositifs de sécurité
- des mesures/installations pour le contrôle des émissions
- des réservoirs intermédiaires appropriés et facilement manipulables
- une réglementation régissant la destination des unités/conteneurs vidés.

De même, les parties supérieures des véhicules de transport doivent être vidées ; cette opération s'effectue habituellement au moyen de pompes ou par un écoulement libre selon un gradient. L'expérience montre qu'il reste toujours des résidus à l'intérieur des unités/conteneurs ou dans les parties supérieures des véhicules. Indépendamment du type d'utilisation ultérieure, ces enceintes doivent être complètement vidées et nettoyées. Comme le montre l'expérience, le dépotage est souvent entravé par la sédimentation des composants solides, les composants adhérents et durcisseurs contenus dans les déchets. De ce fait, il s'avère parfois nécessaire, par exemple, au cours du vidage de la partie supérieure des camions citernes et des camions à système d'aspiration d'éliminer les composants durcis avec des outils ou à la main. Il est avantageux pour la fluidité du procédé que les matières solides puissent être transportées dans un conteneur inférieur (plaques basculantes, glissières, etc.).

Après vidage, les unités/conteneurs, parties supérieures doivent être nettoyés indépendamment de leur utilisation ultérieure. Il peut être dérogé à cette règle si :

- les unités/conteneurs sont éliminés comme déchets et si les résidus d'adhésifs des déchets transportés sont sans importance
- si l'utilisation ultérieure est identique à la précédente.

Les résidus provenant du vidage ainsi que les résidus de lavage, sont traités de la même manière que les déchets, sauf si cela s'avère impossible en raison de leur consistance. Par exemple, les boues d'épuration provenant de l'élimination de séparateurs de pétrole ou d'huile peuvent être traitées et valorisées en partie par de simples procédures de lavage tandis que la phase aqueuse doit être soumise à un traitement physico-chimique. Le lavage s'effectue habituellement à l'eau. L'effet peut être amplifié par pression (jusqu'à 100 bars), température (jusqu'à 80 °C et vapeur) et/ou par ajout de solvant et/ou d'agents tensioactifs.

### 2.1.5 Assemblage et mélange

Les déchets, une fois produits, doivent en principe être conservés de manière séparée par rapport aux autres déchets. Ceci s'explique par le fait que la réutilisation/ la valorisation de flux homogènes sont généralement plus faciles que celles des flux composites. Dans certaines conditions toutefois, des flux de déchets différents peuvent être traités tout aussi bien, ou parfois même mieux, s'ils sont composites. Dans la présente section, sont explorées les différentes règles susceptibles d'être appliquées sur le bien-fondé ou non d'un mélange/assemblage et sur les conditions dans lesquelles ils doivent être entrepris.

#### Objectifs

En raison de la nature hétérogène des déchets, l'assemblage et le mélange sont nécessaires dans la plupart des opérations de traitement des déchets afin de garantir un stock d'alimentation homogène et stable des déchets qui seront finalement traités. Le terme « assemblage » s'utilise davantage pour désigner une opération de mélange des liquides que pour des solides, sauf mélange d'un solide dans un liquide. Le terme « mélange » s'utilise davantage pour les matières solides et les semi-solides (par exemple, matières pâteuses).

Certains types de déchets nécessitent un mélange ou assemblage préalablement au traitement. Par exemple, la concentration des constituants des déchets peut varier considérablement en raison des différences au niveau des résistances de déchets entrants. Ceci s'avère particulièrement vrai pour la plupart des installations de traitement commerciales. Le mélange peut contrôler de telles variations jusqu'à un niveau qui ne va pas nuire aux performances des procédés de traitement de l'unité suivante. Toutefois, cette question ne devrait pas être confondue avec une dilution et c'est la raison pour laquelle ces traitements sont de nombreuses fois interdits (par exemple, directives sur les déchets dangereux et sur les mises en décharge) sur une vaste plage de concentrations. L'assemblage et le mélange sont des procédés réalisés parce qu'il s'agit d'une nécessité technique requise par l'installation de traitement des déchets pour garantir un stock d'alimentation homogène et stable et non des techniques destinées à faciliter l'acceptation des déchets.

Conformément aux prescriptions de la Directive sur les Déchets Dangereux 91/689/CEE, les opérations de mélange et d'assemblage sont interdites sauf si elles sont explicitement établies dans l'autorisation délivrée à un ramasseur ou à un opérateur. Une dérogation à cette obligation d'autorisation peut être accordée par les autorités compétentes si les établissements ou les entreprises réalisent une valorisation des déchets et si les autorités compétentes ont établi des réglementations générales pour chaque type de mélange et d'assemblage en définissant les types et les quantités de déchets et les conditions dans lesquelles les opérations de mélange et d'assemblage peuvent être appliquées et si l'article 4 de la directive-cadre sur les déchets est pris en compte lors de la définition de ces règles générales pour les établissements et les entreprises concernés. Dans ce cas d'exception, l'enregistrement des établissements et des entreprises est obligatoire afin de garantir que ces établissements et ces entreprises sont en conformité avec les règles générales énoncées. Les principes de base suivants s'appliquent pour l'obtention d'une telle autorisation :

- le mélange des déchets ne doit pas conduire à un risque pour la santé humaine et à des effets nocifs sur l'environnement
- le mélange ne doit pas conduire pour l'un quelconque des déchets entrant dans sa composition à un niveau de qualité inférieur à celui souhaitable, à l'issue du recyclage ou du traitement.
- le mélange des déchets ne doit pas conduire à une détérioration de l'environnement par la dispersion diffuse de substances dangereuses au plan de l'environnement.

L'élaboration ci-après des principes de base pour le mélange des déchets s'applique à la fois aux déchets dangereux et non dangereux. Les déchets dangereux doivent être conservés séparément les uns des autres. Le mélange ne peut être autorisé que s'il ne comporte aucun risque pour l'homme et l'environnement, et s'il n'entraîne aucun problème de sécurité par suite du mélange pour tous les types d'opérations (par exemple, risques de sécurité pour les travailleurs, les riverains, etc.). L'article 2, paragraphe 3 de la directive sur les déchets dangereux stipule qu'une telle opération est soumise à une autorisation. Des conditions peuvent être adjointes à une autorisation, ce qui permet aux déchets dangereux énoncés dans l'autorisation d'être mélangés avec d'autres déchets (dangereux), préparations et produits mentionnés dans l'autorisation. Lorsque la fonction première du mélange des déchets est d'obtenir une dilution d'une espèce spécifique afin d'être en conformité avec des réglementations moins contraignantes, cette opération est interdite. A l'intérieur des limites de l'autorisation de mélange et d'assemblage, le gestionnaire de traitement des déchets est responsable de la rédaction et de l'application des recommandations opérationnelles sur le mélange et l'assemblage. Tout d'abord, les principes de base permettant l'obtention d'une autorisation, sont élaborés. Ensuite, les principes et les éléments à prendre en compte sont donnés pour la rédaction des recommandations opérationnelles relatives au mélange et à l'assemblage en restant dans les limites de l'autorisation.

### **Principe de fonctionnement**

Mélanger deux ou plus de deux types de déchets afin de générer une seule sortie.

### Flux entrants et sortants

Applicable aux déchets solides et liquides. Les sorties peuvent également être sous forme de phase solide ou liquide.

### Description du procédé

Les principes de base auxquels il est fait référence ci-dessus dans la section Objectif (prévention des risques, traitement inférieur à la norme et prévention d'une dispersion diffuse) ont, comme objectif principal, de protéger la santé humaine et l'environnement contre des influences nocives et de favoriser la récupération des déchets dans le cadre de ces conditions limites. Au nom d'un niveau de protection élevé et d'une supervision efficace, ces principes de base généraux doivent être traduits, dans des procédures d'autorisation, en critères opérationnels sur la foi desquels il est possible de déterminer clairement si le mélange/l'assemblage des déchets peut être autorisé. L'élaboration ci-après des principes de base est prescriptive :

- le mélange des substances qui réagissent fortement entre elles (formation de chaleur, feu, gaz) ou de substances explosives (explosion) est à éviter. Il faut éviter que le mélange entraîne des risques pour la santé de l'homme et pour l'environnement, à la fois pendant l'opération de mélange proprement dite et pendant le procédé de traitement consécutif. A des fins d'obtention d'autorisation, cela signifie que la politique d'acceptation et de traitement des détenteurs d'autorisation est élaborée d'une manière telle qu'il est vérifié, avant que les déchets ne soient mélangés, si cette combinaison peut avoir lieu en toute sécurité. Ceci peut être réalisé au moyen de tests de compatibilité avant le mélange/l'assemblage quel qu'en soit l'objectif et quel que soit le type de déchet.
- Le mélange de déchet ne doit pas conduire à un niveau de traitement des déchets inférieur aux meilleurs niveaux possibles de gestion des déchets ou ne doit pas conduire à l'application d'une gestion des déchets nocive au plan de l'environnement. Cela signifie, par exemple, que si une opération de valorisation est le standard minimum de traitement d'un flux de déchets, le mélange de tels déchets avec d'autres déchets afin d'amener le mélange vers une quelconque filière d'élimination ne doit pas être accepté. Par exemple, le mélange de déchets liquides ou de déchets cliniques avec d'autres déchets en vue de leur mise en décharge n'est pas autorisé. Le mélange des déchets avec des déchets ayant une teneur en POP supérieure à la faible teneur en POP (telle que définie par les traités de Bâle et de Stockholm) avec une autre matière à la seule fin d'obtenir un mélange ayant une teneur en POP inférieure à la faible teneur en POP définie n'est pas autorisé parce que cela n'est pas sain au plan de l'environnement.
- le mélange de déchets ne doit pas conduire à une dispersion diffuse intempestive de substances dangereuses pour l'environnement. Les effets d'une dispersion diffuse sont déterminés par le type et les concentrations des substances dangereuses pour l'environnement en combinaison avec la filière de traitement choisie, les émissions en découlant et la qualité et la finalité des substances résiduelles libérées. En combinaison, il doit être évalué quelles sont les conséquences négatives du traitement des substances dangereuses concernées pour l'environnement eu égard aux émissions dans le sol, l'eau, l'air ou dans les substances résiduelles et comment ces conséquences négatives peuvent être évaluées par rapport aux effets sur l'environnement d'une autre filière de traitement. Cette évaluation doit également prendre en considération le caractère cyclique d'une réutilisation future.

Les déchets solides, quant à eux, peuvent être mélangés avec une grue, un mélangeur clos ou un mélangeur clos avec un bol tournant et un axe à couteaux. Les opérations d'assemblage mettent généralement en jeu de gros volumes, comme par exemple le déchargement des citernes dans des réservoirs.

### Utilisateurs

L'assemblage et le mélange ne s'appliquent généralement que lorsque les valeurs de qualité et d'analyse des déchets en entrée sont inférieures ou égales aux valeurs d'acceptation dans l'usine de traitement planifiée en sortie. Ces opérations se déroulent dans toutes les activités de

traitement des déchets (traitement biologique, élaboration des combustibles, sols contaminés, huiles usagées, etc.), et quelquefois sont tout à fait spécifiques de chaque activité de traitement des déchets. Certaines de ces questions sont également traitées dans les sections propres à chaque activité de traitement des déchets.

### 2.1.6 Déclassement

#### Objectif

L'objectif d'un déclassement est de prendre les mesures pour que l'installation soit ramenée, lors de la rétrocession de l'autorisation d'exploitation, à un état approprié pour la reconversion choisie. L'importance d'une fermeture correcte est telle que l'élaboration d'un plan de fermeture s'avère nécessaire, car il va permettre d'avoir et de documenter un projet de fermeture finale d'un site avant le démarrage de l'opération. Il s'inscrit également dans l'évaluation du cycle de vie d'un site planifié.

#### Principe de fonctionnement

Pour le déclassement, l'opérateur doit généralement démontrer que, suite au déclassement, l'état du site ne provoquera pas, ou ne sera pas susceptible de provoquer une pollution de l'environnement.

Un plan de fermeture doit apporter un ensemble clair et ordonné d'actions et de méthodes à suivre lors de la cessation de toutes les opérations au niveau de l'installation. Les étapes doivent être conçues pour garantir que l'installation fermée (a) présente un risque minime pour la santé et l'environnement et (b) nécessite une maintenance minimale après fermeture.

#### Flux entrants et sortants

Sans objet

#### Description du procédé

L'ampleur du déclassement/réaménagement va dépendre des types de matières acceptées, de la conception de l'installation et de la reconversion envisagée.

La cessation de l'acceptation des déchets sur le site démarre généralement un réexamen du permis de traiter les déchets. Ce nouvel examen permet une rétrocession ou un amendement de la licence afin de refléter le changement d'activité du site.

Un plan de fermeture nécessite de garantir que des fonds sont disponibles pour fermer le site même si le propriétaire de l'installation entame une procédure de banqueroute. Cette garantie peut être sous forme de cautionnement, d'une garantie financière apportée par le groupe ou d'un autre instrument financier. Le montant de la garantie financière est déterminé en fonction de l'estimation des coûts préparée dans le cadre du plan de fermeture. Par exemple, l'estimation des coûts peut être égale au coût maximum de fermeture de toutes les unités de gestion des déchets ayant fonctionné dans l'installation.

La fermeture d'une installation de stockage ou de traitement nécessite l'évacuation de tous les déchets restants vers une autre installation. Tous les équipements et toutes les structures qui ont été en contact avec les déchets doivent également être décontaminés. Il peut s'ensuivre un démantèlement des plates-formes de béton utilisées pour entreposer les conteneurs de déchets, ainsi que l'enlèvement du sol contaminé où des fuites se sont produites.

#### Utilisateurs

Applicable à l'ensemble du secteur du traitement des déchets.

### 2.1.7 Traitement des produits chimiques douteux en petits conditionnements (smalls)



### Objectif

L'objectif est d'identifier les différents types de déchets afin de les traiter correctement.

### Principe de fonctionnement

Les substances à traiter sont triées manuellement et reconditionnées, broyées si nécessaire, conditionnées et transférées vers des usines d'élimination internes et/ou externes.

### Description du procédé

Le système se divise en trois parties séparées spatialement :

- Tri des produits chimiques. Ce tri est effectué par une cabine de tri et un dispositif d'aspiration afin de séparer les produits chimiques des laboratoires en fonction des différentes filières de traitement (par exemple, recyclage, élimination par incinération et élimination par enfouissement en décharge)
- Traitement de conditionnement pour vider les conteneurs de fluide ayant un volume de 0,1 à 200 l. Les petits volumes sont assemblés aux fins de créer des lots volumineux (solvants ou acides). Ils sont ensuite soit éliminés par une incinération à température élevée réalisée en aval, soit valorisés dans l'usine de traitement physico-chimique interne. Une installation aval broie les conteneurs vidés.
- Traitement des produits de protection de l'usine, des substances réactives et fortement odorantes dans un local spécial.

### Utilisateurs

Traitement des déchets dangereux provenant d'établissements privés, d'universités, de laboratoires et d'entreprises commerciales.

## 2.1.8 Réduction de la taille

### Objectif

Adapter la granulométrie des déchets solides en vue des traitements ultérieurs ou extraire les déchets difficiles à pomper ou à décanter. Réduire la taille des particules.

### Principe de fonctionnement

Les techniques mises en œuvre dans les installations sont le déchiquetage, le tamisage, le fractionnement, le conditionnement et la confection. Des broyeurs mobiles à déplacement lent, des broyeurs à marteaux et des déchiqueteurs spéciaux sont utilisés.

### Flux entrants et sortants

Les conteneurs et les bombes aérosols sont introduits dans le système. Les gaz sont traités dans une installation d'épuration et les composants liquides et solides sont éliminés ou envoyés en vue de leur valorisation.

### Description du procédé

Certains exemples sont décrits ci-dessous :

#### Broyeur pour conteneurs

L'installation de traitement comprend un broyeur pour la réduction en parcelles minuscules des conteneurs vides, à moitié vides et pleins dont la taille va de 1 l à 1000 litres. Le système d'alimentation fonctionne avec une chargeuse électronique montée sur roues. Le broyeur proprement dit est placé sur une conduite protégée contre les surpressions de 12 m de hauteur avec une zone de trop plein dans la partie supérieure. Les conteneurs sont transportés par la chargeuse électrique montée sur roue à travers la porte ouverte jusqu'au broyeur. Puis la porte se ferme et le procédé de broyage démarre automatiquement. A l'étape suivante, les matières broyées tombent dans un réservoir, qui, lorsqu'il est totalement rempli, est transporté pour les étapes suivantes du traitement. Les gaz d'échappement libérés sont traités dans une installation de régénération post-combustion. D'autres dispositifs de protection sont une feuille à densité



élevée de polyéthylène contrôlée sous vide à double couche disposée sur le fond et un système automatique de lavage à l'eau et à l'azote dans la conduite fermée.

#### Broyeur à bombe aérosol

L'installation de traitement comprend un broyeur pour réduire en pièces les bombes aérosols, deux unités de condensation et un réservoir de collecte. Le réservoir de collecte comporte un dispositif de remplissage pour les gaz condensés et chauffés (température extérieure). Ce réservoir comporte aussi un dispositif d'alimentation d'azote pour le refroidissement du condenseur et pour l'installation d'inertage. D'autres parties de l'installation comprennent un réservoir de collecte pour les solvants des déchets liquides et un conteneur pour ferrailles. Le broyeur broie les bombes aérosols de manière discontinue. Le broyeur fonctionne dans un environnement sous azote (inerte) et est résistant aux gaz. Les gaz et d'autres agents actifs qui peuvent toujours être contenus dans les bombes aérosols sont libérés à l'intérieur du broyeur. Les gaz libérés (principalement des gaz propulseurs) sont chassés dans l'unité de condensation et condensés. Le condensat est stocké dans un réservoir de collecte des gaz. A l'étape suivante, les gaz sont introduits dans des récipients de gaz comprimé et transportés vers une installation d'incinération pour déchets dangereux. Les gaz non condensés sont transportés jusqu'à une installation d'épuration et de régénération de l'air d'échappement, où ils sont brûlés. Les résidus solides du broyage (copeaux métalliques) sont séparés des substances liquides. Les composants liquides et solides sont déchargés séparément sur des blocs différents. Les composants solides, par exemple, la fraction métallique, sont acheminés en vue de leur valorisation ou de leur élimination. Les composés liquides, par exemple, les peintures, les laques pour cheveux, sont stockés temporairement dans un réservoir, puis décantés dans des conteneurs de 800 litres. Les conteneurs de 800 litres sont transportés jusqu'à une usine de combustion pour déchets dangereux où les déchets liquides sont utilisés pour une combustion d'appoint (recyclage thermique).

#### Utilisateurs

Installations de traitement des conteneurs et des bombes aérosols. Préparation des déchets destinés à servir de combustibles. Applicables à différents types de déchets comme les fûts en plastique ou les fûts métalliques, les filtres à huile, les déchets municipaux solides, les déchets solides en vrac, le bois usagé, les aérosols et le verre.

### 2.1.9 Autres techniques courantes

Cette section comprend des techniques génériques utilisées dans le secteur du traitement des déchets. Il s'agit principalement de traitements mécaniques. Ces derniers sont habituellement utilisés comme pré-traitements mais certains servent également de post-traitement (par exemple, tamis). Ils sont présentés dans le Tableau 2.3 qui présente également l'objectif des traitements et les domaines d'utilisation.

Technique	Objectif	Utilisateurs
Nettoyage	Éliminer la contamination qui interdit la valorisation des matières provenant des déchets	Condenseurs et transformateurs contenant des PCB
Reconditionnement (par exemple, mise en balles)	En raison de la nature désagrégée de certains types de déchets, il est parfois nécessaire de les compacter pour faciliter leur utilisation dans le procédé ultérieur. Une machinerie de compactage est utilisée pour compacter les déchets sous une certaine forme physique	Utilisé pour les déchets solides municipaux destinés à servir de combustible et pour les balles de plastique, de papier et de métal La taille et la forme de la balle sont généralement optimisées pour son transport et sa réutilisation
Criblage		
Sédimentation	Séparation des composants solides contenus dans les déchets	Préparation de combustible liquide à partir de déchets

Technique	Objectif	Utilisateurs
	fluides et pré-traitement des déchets en vue de leur traitement ultérieur	
Tamissage	Séparation des grosses particules. Tamis à vibration, tamis statiques et tamis rotatifs sont utilisés	Préparation des déchets destinés à servir de combustible
Tri et déferrailage	.	
Lavage	Un objectif du lavage peut être de permettre la réutilisation des fûts dans l'installation ou leur vente à d'autres installations en vue de leur réutilisation Les opérations de lavage des fûts ne comprennent souvent aucun traitement réel en dehors d'un lavage et d'une sédimentation Un certain nombre d'entreprises de recyclage lavent les filtres à huile et fournissent une fraction de métal semi-nettoyée en vue du recyclage.	La plupart des installations de traitement incorporent une station de lavage des camions citernes pour éliminer les résidus des citernes et toutes des véhicules S'applique également aux réservoirs de stockage et aux fûts. Usine de traitement Ph-c.

**Tableau 2.3 : Techniques courantes appliquées au traitement des déchets**

### 2.1.10 Exemples d'installation de traitement des déchets où ne sont appliquées que les techniques courantes

Certaines activités de traitement des déchets sont très spécifiques et tout particulièrement liées au type de déchet traité. Certains exemples sont énumérés ci-dessous.

#### Nettoyage des transformateurs contenant des PCB

Les technologies pour le nettoyage des transformateurs peuvent se diviser en trois catégories principales :

- Vidange des huiles contenant des PCB issues des transformateurs, suivi d'une décontamination de l'huile et d'une réinjection du produit nettoyé dans le transformateur en vue de sa réutilisation
- Extraction des huiles contenant des PCB par un lavage au solvant du transformateur, suivi de son démantèlement et d'une décontamination supplémentaire des composants pour permettre le recyclage des composants métalliques
- Après un pré-traitement approprié, les huiles contenant des PCB peuvent être traitées à l'hydrogène à des températures élevées. Dans ce cas, les transformateurs ne sont pas valorisés en tant que tels.

Voici un exemple du deuxième cas cité : Des carcasses de transformateurs usagés sont nettoyées au moyen d'un lavage au trichloréthylène (TCE). Dans ce cas, la carcasse est remplie du solvant et on la laisse reposer pendant une période prolongée avant de remplacer le solvant avec du TCE frais. Cette opération est répétée (généralement trois fois) jusqu'à ce que la carcasse passe avec succès « le test du coton tige » requis. Pendant l'opération de nettoyage, la carcasse du transformateur est ouverte à l'atmosphère ou vaguement recouverte d'une plaque d'acier. En conséquence, cette activité se traduit par des pertes de TCE, par évaporation, dans l'air. Généralement, cette activité est réalisée sur des sites spécialisés, qui nettoient les transformateurs contaminés par les PCB et regroupent les huiles contaminées par les PCB. Tous leurs déchets, l'huile, fûts, eaux de nettoyage et des solvants de nettoyage sont destinés à une incinération hors site.

Les carcasses et les enroulements de transformateurs nettoyés sont envoyés en vue de leur

récupération après un nettoyage minutieux au TCE.

### **Nettoyage des condensateurs contenant des PCB**

Les condensateurs sont semblables aux transformateurs en ce qu'ils comportent un cœur actif, renfermé dans un boîtier métallique. Toutefois le cœur actif n'est pas constitué d'enroulements de cuivre mais en revanche est constitué de spirales entrelacées de fines feuilles d'aluminium séparées par des minces couches de papier et/ou de plastique. Les techniques utilisées pour le nettoyage de ces condensateurs sont les suivantes :

- Le boîtier du condensateur est démonté et décontaminé par un lavage au solvant ; il s'agit d'un procédé de décontamination directe étant donné que le boîtier n'est pas poreux. Le cœur est incinéré.
- Il existe la possibilité de poursuivre le traitement par une étape supplémentaire et de traiter le cœur après l'avoir extrait du boîtier. Cette étape de décontamination implique habituellement un broyage du cœur et un traitement avec un solvant. Il est ainsi possible de réduire le niveau des PCB résiduels.
- La technologie qui permet la plus grande quantité de recyclage est semblable à celle décrite ci-dessus mais elle traite également le mélange de résidu d'aluminium/plastique/papier pour séparer ces composants, par un lavage au solvant. Le métal aluminium peut ensuite être réutilisé ; le seul composant devant être éliminé est le mélange de parcelles de papier/plastique.

### **Broyage des aérosols**

L'unité de destruction des aérosols accepte des rejets de fabrication ou des matériaux provenant des centres de collecte. La composition des gisements est habituellement connue. Ils peuvent comprendre des gaz propulseurs (par exemple, GPL, butane, propane, éther diméthylé ou HCFC) et des ingrédients actifs. Une partie des aérosols sont vides tandis que d'autres peuvent toujours contenir certains gaz propulseurs, bien que ce nombre ne soit pas quantifié. D'autres rejets peuvent avoir échoué aux tests de pression et vont probablement perdre leur gaz sur le parcours les conduisant à l'unité de destruction. Tout propulseur restant dans les bombes aérosols constitue un risque d'accident en cours de traitement.

### **Broyage du verre**

Le verre des pare-brises est laminé avec du butyrate de polyvinyle et est éliminé dans un procédé de broyage préliminaire et envoyé en décharge. L'opération de broyage du verre permet de traiter le verre des déchets municipaux et de l'industrie. Les sites n'acceptent généralement pas le verre à couche provenant des équipements électroniques.

### **Traitement des lampes et tubes fluorescents**

Démercuration des tubes d'éclairage. Actuellement, cette activité est marginale dans certains pays, mais les exploitations existantes enregistrent maintenant une demande croissante pour leurs services. A l'heure actuelle, la plupart d'entre elles utilisent un procédé de broyage. Toutefois, il existe un procédé développé récemment qui ne fait pas appel au broyage et permet de récupérer 99% du mercure.

### **Traitement des déchets contenant des CFC**

Dans l'Union européenne, il est obligatoire de collecter les CFC en vue de leur élimination. Il est d'usage que les huiles de lubrification collectées à l'occasion de la vidange des réfrigérants soient également traitées afin d'éliminer les CFC résiduels avant d'être régénérées. Les CFC peuvent ensuite être incinérés. Peu d'usines d'incinération dans l'Union européenne sont équipées d'unités de récupération de l'acide fluorhydrique.

## 2.2 Traitements biologiques des déchets

[31, Greenpeace, 2001], [32, DETR et DTI, 2001], [33, ETSU, 1998], [51, Inertec et al., 2002] [53, LaGrega et al., 1994], [54, Vrancken et al., 2001], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [80, Petts et Eduljee, 1994], [81, VDI et Dechema, 2002], [86, TWG, 2003], [114, Hogg, 2001], [117, DG Env, 2001], [132, UBA, 2003], [138, Lanfranchi, 2003], [150, TWG, 2004].

Le traitement biologique utilise des micro-organismes vivants pour décomposer des déchets organiques en eau, CO<sub>2</sub>, et simples substances inorganiques ou en substances organiques plus simples telles que des aldéhydes et des acides. Il existe plusieurs traitements biologiques utilisés pour le traitement des déchets ; toutefois ils ne sont pas tous inclus dans le champ d'application du présent document. Le Tableau 2.4, conjointement aux informations incluses dans la section Champ d'application, tente de faire le point sur les traitements qui sont inclus dans le présent document.

Traitement biologique	Description succincte	Inclus dans le document ?
Boue activée	Décomposition des déchets organiques contenus dans l'eau en exposant les déchets à une croissance biologique. L'eau est recyclée et aérée pour faciliter l'action biologique et une boue est générée. Deux systèmes sont couramment employés : les systèmes de croissance en suspension et les systèmes de croissance fixes.	Inclus en tant que traitement des eaux résiduaires (voir section 2.6)
Lagunes aérées	Grandes lagunes contenant une concentration élevée de micro-organismes. La lagune est aérée pour favoriser la croissance des bactéries et la décomposition des déchets.	Inclus en tant que traitement des eaux résiduaires (voir section 2.6)
Compostage	Monticules « artificiels » de déchets construits pour favoriser la décomposition biologique des solides organiques, en produisant une substance humique précieuse pour l'amendement des sols.	Non inclus dans le présent document
Digestion aérobie	Réduction de la teneur organique des déchets. Appliquée aux déchets solides, aux eaux résiduaires non continues, à la bioremédiation et aux boues d'épuration et aux sols contaminés par de l'huile.	Traitement biomécanique (voir section 2.2.2 et section 2.2.3) seule la bioremédiation ex-situ est couverte dans ce document
Digestion anaérobie	Décomposition des matières organiques dans des cuves fermées en l'absence d'air. Elle utilise deux formes de bactéries : les bactéries acidifiantes et les bactéries méthanogènes. Elle est appliquée aux déchets solides-liquides, aux eaux résiduaires fortement contaminées (par exemple, composé chloré), à la bioremédiation et à la production du biogaz destiné à servir de combustible.	Voir section 2.1.1 et section 2.2.3 seule la bioremédiation ex-situ est couverte dans ce document

**Tableau 2.4 : Traitements biologiques des déchets**

### 2.2.1 Digestion anaérobie

#### Objectif

La digestion anaérobie est utilisée dans l'industrie pour traiter les déchets à DCO très élevé et comme procédé de traitement des boues d'épuration après traitement aérobie des eaux résiduaires. La production du biogaz à partir de la digestion anaérobie contrôlée est l'un des principaux avantages du procédé.

#### Principe de fonctionnement

La digestion anaérobie implique la décomposition bactérienne des matières organiques en l'absence (relative) d'oxygène. L'une des limites principales de la digestion anaérobie est son incapacité à dégrader la lignine (un composant majeur du bois). Ceci est en opposition avec le procédé de biodégradation aérobie.

#### Flux entrants et sortants

Les procédés anaérobies peuvent être utilisés pour traiter directement des déchets liquides, la boue biologique générée par un stade aérobie précédent, les solides organiques et les boues d'épuration. L'inclusion d'autres stocks d'alimentation, tels qu'une boue d'épuration, altère le digestat obtenu. Toutefois, il est important de noter que le mélange de déchets ménagers avec des stocks d'alimentation peut améliorer à la fois les aspects environnementaux et économiques du procédé et a déjà été adopté dans un certain nombre d'usines (en particulier, la co-digestion avec des boues et du lisier dans des usines de traitement des produits agricoles à petite échelle).

Dans le procédé, le carbone issu des substances organiques entrantes est principalement converti en méthane et en dioxyde de carbone, puis libéré sous forme de biogaz, qui peut être brûlé pour générer de l'énergie ou être utilisé comme combustible pour la réduction des émissions de COV par exemple. La proportion de méthane par rapport au dioxyde de carbone varie en fonction du flux de déchets et de la température du système. Le système doit avoir une charge d'alimentation équilibrée pour maximaliser la production de méthane. Les installations ciblent habituellement des déchets riches en carbone, qui vont utiliser l'azote disponible (et probablement le supplément requis par la bio-augmentation).

Le procédé de digestion anaérobie conduit à une production de méthane, avec une production de méthane théorique de 348 Nm<sup>3</sup>/tonne de DCO. En règle générale, la digestion anaérobie produit de 100 à 200 Nm<sup>3</sup> de DCO par tonne de déchets municipaux biologiques traités. La formation de biogaz est très sensible au stock d'alimentation, une usine produisant des volumes allant de 80 à 120 Nm<sup>3</sup> par tonne en fonction de l'entrée des déchets. Le biogaz peut être utilisé pour produire de l'électricité (pour la consommation interne et/ou pour l'exportation) il peut être brûlé dans des chaudières afin de produire de l'eau chaude et de la vapeur à des fins industrielles, et il peut aussi être utilisé comme combustible de remplacement dans les véhicules légers et lourds. Le biogaz a une composition type de 55 à 70 % de méthane, 30 à 45 % de carbone et 200 à 4 000 ppm de sulfure d'hydrogène.

Le résidu semi-solide, appelé digestat, est ensuite traité normalement par le biais de la digestion aérobie. Certains pays autorisent l'application directe du digestat sur les terres cultivables dans certaines circonstances (par exemple, Suède, Danemark). Le risque de l'application du digestat sur les sols, principalement dû à la présence de métaux lourds est généralement réglementé par une législation nationale dans les différents pays de l'Union européenne. Outre le produit principal issu du procédé, c'est-à-dire un digestat solide, de petites quantités de liquides en surplus sont également disponibles, lesquels peuvent être déshydratés afin de fournir un engrais liquide ou être envoyés à une station d'épuration des eaux résiduaires (le plus souvent après une certaine séparation des solides).

#### Description du procédé

Les principales variables du procédé sont les méthodes de mise en contact des déchets avec la biomasse (microbes), la teneur en humidité des déchets (par exemple, déchet liquide, boue ou déchet solide) et le procédé et le degré d'aération. La digestion anaérobie implique généralement les étapes suivantes :

### Pré-traitement mécanique

Afin d'améliorer le procédé de digestion, les matériaux tels que les plastiques, les métaux et les composants surdimensionnés sont éliminés des déchets à traiter. La séparation peut être réalisée dans des conditions humides ou sèches. Suite à cela, un autre procédé de réduction de taille permet de créer une matière plus homogène, afin de faciliter la fermentation et le traitement. La fragmentation des déchets peut être réalisée par des décolleteuses, des concasseurs et broyeurs, des broyeurs centrifuges, des pulpeurs ou des déchiqueteurs.

### Digestion

Il existe un certain nombre de techniques différentes utilisées pour réaliser la digestion. On les distingue habituellement par rapport aux températures de fonctionnement qui leur sont associées (les usines thermophiles fonctionnent à environ 55 °C (de 50 à 65 °C) et les usines mésophiles à environ 35 °C (20 à 45 °C)) et par rapport au pourcentage de matière sèche contenue dans le stock d'alimentation (par exemple, systèmes par voie sèche avec 30 à 40 % de matière sèche, systèmes par voie humide avec 10 à 25 % de matière sèche). En règle générale, plus la température est élevée, plus le procédé est rapide, mais le procédé thermophile peut être plus difficile à maîtriser et va nécessiter une plus grande quantité de biogaz pour le chauffage afin de conserver la température requise. Certaines technologies couramment disponibles sont énumérées dans le Tableau 2.5.

Technique	Description	Entrées
Voie humide à une seule étape	Les déchets solides sont transformés en boue avec l'eau du procédé afin de fournir un stock d'alimentation dilué pour alimenter la cuve de mélange du digesteur.	Le procédé peut être utilisé tout seul pour les déchets solides municipaux mais le procédé par voie humide se prête à la co-digestion avec des stocks d'alimentation dilués tels que le lisier des animaux et les déchets industriels organiques.
Voie humide à plusieurs étapes	Les déchets solides sont transformés en boue et mis à fermenter par des bactéries hydrolytiques et de fermentation afin de libérer des acides gras volatils qui sont ensuite convertis en biogaz dans un digesteur anaérobie d'eau résiduaire industrielle à taux élevé.	Le système se prête à la digestion des déchets solides municipaux et aux déchets organiques humides provenant de l'industrie alimentaire
Voie sèche en continu	La cuve de digestion est alimentée en continu avec une matière contenant de 20 à 40 % de matière sèche au moyen d'un chargement par lots. Dans les variantes à écoulement mixte et à écoulement piston, le bilan thermique est favorable à la digestion thermophile.	
Voie sèche par lots	Après injection d'un lot avec le digestat d'un autre réacteur, on laisse la digestion s'effectuer naturellement. Le lixiviat est remis en circulation afin de maintenir la teneur en humidité et de redistribuer les bactéries méthanogènes à travers la cuve.	



Séquençage de lots	Il s'agit essentiellement d'une variante du procédé par lots par voie sèche, dans laquelle le lixiviat est échangé entre des lots établis et des lots nouveaux pour faciliter le démarrage, l'inoculation et l'élimination des matières volatiles à partir du réacteur actif. Lorsque la digestion est établie, le digesteur est désolidarisé du lot établi et couplé à un autre lot dans une autre cuve.	
Bioréacteur en tas		

**Tableau 2.5 : Technologie de digestion anaérobie**

[53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002]

**Utilisateurs**

Les digesteurs anaérobies sont couramment employés pour les déchets municipaux (en particulier les biodéchets séparés à la source) mais ont été testés pour l'élimination des déchets dangereux également. Dans certains digesteurs anaérobies, dans les stations d'épuration des eaux usées, une faible capacité est utilisée pour une plage de déchets industriels organiques non dangereux. La digestion anaérobie des déchets solides municipaux est disponible à titre commercial depuis environ 10 ans et est utilisée en Allemagne, au Pays-Bas et au Danemark. Il existe des développements en Espagne, au Portugal et en Belgique et elle est utilisée dans une mesure restreinte dans d'autres pays tels que la Suède, le Royaume-Uni et la France.

**2.2.2 Traitements biomécaniques****Objectif**

Les traitements biomécaniques sont habituellement conçus pour valoriser des matières avec une ou plusieurs finalités et pour stabiliser la fraction organique des déchets résiduels. Les avantages pratiques des usines de traitement biomécanique sont, par-dessus tout, la réduction :

- des volumes de déchets
- de la teneur en matières organiques des déchets, qui sont expédiés en vue de leur élimination finale (mise en décharge ou incinération).

Un autre objectif du traitement biomécanique est le fractionnement des matières en vue d'un traitement ultérieur (par exemple, la préparation de combustibles solides). La digestion biologique est prévue pour réduire le poids et pour rendre inertes toutes les matières organiques biologiquement actives (dénommées généralement « résidus stabilisés »). Les valeurs types pour la perte combinée d'eau et de matières biodégradables peuvent se situer dans la plage allant de 20 à 35 %, principalement en fonction du temps de traitement. D'autres réductions du volume des déchets mis en décharge peuvent être obtenues en raison de la séparation mécanique de la sortie et peuvent même être finalement supérieures à 60 %.

**Principe de fonctionnement**

Les usines de traitement biomécanique réduisent de manière significative l'humidité en procédant à une extraction, une réduction et une stabilisation des substances organiques contenues dans les déchets. Ces traitements impliquent une séparation mécanique des déchets, un traitement biologique (digestion aérobie et/ou anaérobie) de la fraction organique et une autre séparation mécanique, le cas échéant.

Le traitement biomécanique doit donner lieu à une réduction de la teneur en substances organiques biodégradables, en volume, en teneur en eau, en potentiel de formation de gaz et en



activité respiratoire des déchets, et a également contribué à une amélioration significative du comportement de lixiviation et de sédimentation.

### Flux entrants et sortants

En principe, de nombreux types de déchets peuvent être acceptés dans une usine de traitement biomécanique (MBT). Les déchets fractionnés et digérés à l'étape biologique comprennent le papier et le carton, les substances organiques des déchets verts/des ordures ménagères ainsi que les substances organiques contenues dans les lingettes, les emballages, les textiles, certains types de boues d'épuration, etc. En règle générale, seuls les déchets mixtes, non triés sont acceptés dans l'usine. Toutefois, en vertu de certaines réglementations de la Commission européenne et des modifications apportées aux procédés de traitement certains types de déchets sont exclus ou restreints. A titre d'exemple, on peut citer les déchets dangereux, les déchets pour lesquels un traitement spécial est obligatoire au regard de la législation de la Commission européenne (par exemple, Réglementation (CE) N° 1774/2002 du Parlement européen et du Conseil du 03 octobre 2002 établissant des règles de santé concernant les sous-produits animaux non destinés à la consommation humaine), les déchets pour lesquels un traitement biologique n'est pas approprié et les déchets entraînant une inhibition de l'activité biologique.

La production (sortie) des usines de traitement biomécanique (MBT) est forcément réduite en poids et stabilisée (les émissions des produits ainsi traités comparées avec les matières non traitées pourraient être réduites d'environ 90 à 98 % dans des conditions de mise en décharge). De tels chiffres sont très variables et dépendent fortement de la manière dont la réduction des émissions est calculée (par exemple, génération de gaz et activité respiratoire) et généralement peuvent avoir des variations importantes au plan de la qualité. Dans certains pays, les déchets en SORTIE peuvent être utilisés comme couverture de décharge si la contamination est suffisamment faible (compost de faible qualité, compost gris ou déchets biodégradables stabilisés) ou ils peuvent être mis en décharge. La qualité des déchets produits en SORTIE n'est généralement pas acceptable pour une utilisation à grande échelle en raison des contaminants qu'ils contiennent et qui concernent à la fois la teneur en substances inertes (verre, matières plastiques, etc.) et aussi la teneur en métaux lourds provenant d'autres déchets entrant dans le flux (batteries, etc.). D'autres sorties sont des fractions pouvant être destinées à la combustion et des matières recyclables (par exemple, métaux, matières plastiques).

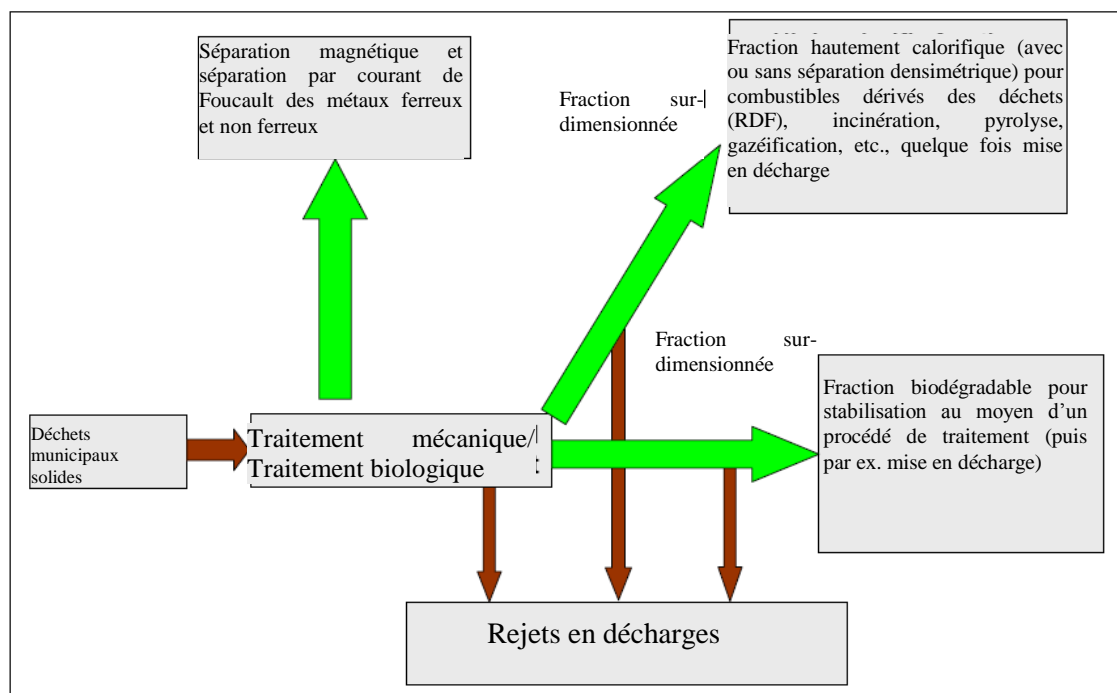
### Description du procédé

Les usines de traitement biomécanique (MBT) sont très flexibles et peuvent être construites sur une base modulaire. La phase de traitement mécanique implique la ségrégation et le conditionnement des déchets. Les procédés susceptibles d'être impliqués sont les suivants :

- ouverture des sacs de déchets (si nécessaires) (par exemple, déchiqueteuse)
- extraction des composants indésirables susceptibles d'obstruer le traitement suivant (par exemple, par séparateurs métalliques)
- optimisation de la taille des particules en vue du traitement suivant (par exemple, par des tamis ou des déchiqueteurs)
- séparation des matières biodégradables contenues dans les refus du criblage primaire, de manière à permettre leur envoi au procédé de traitement biologique (par exemple, par des tamis)
- séparation des matières ayant un pouvoir calorifique élevé, telles que les textiles, le papier et les plastiques, dans les passés du criblage primaire de manière à permettre leur envoi pour une utilisation dans la production de combustibles. Séparation des matières qui sont appropriées pour une valorisation matière (par exemple, par une séparation à l'air)
- homogénéisation des matières destinées à un traitement biologique.

En dehors de ces éléments, l'usine peut comprendre des équipements destinés à la valorisation des métaux et à l'extraction des fractions minérales. Les permutations concernant la conception d'une usine de traitement biomécanique (MBT) sont nombreuses et variées. Certaines usines sont conçues pour séparer et traiter biologiquement les déchets résiduels provenant des déchets

municipaux solides avant leur mise en décharge. La Figure 2.6 représente un schéma de procédé de traitement biomécanique (MBT).



**Figure 2.6 : Représentation schématique des entrées et des sorties d'un traitement biomécanique**

**Remarque :** Les flèches marron représentent les matières résiduelles.

Les flèches vertes représentent les sorties traitées

Le traitement mécanique peut être réalisé avant ou après traitement biologique

[17, Eunomia Research & Consulting, 2002], [150, TWG, 2004]

Il existe deux types de systèmes : les systèmes encapsulés et les systèmes abrités.

Les *systèmes encapsulés* (conteneur, tunnel) fonctionnent habituellement uniquement sous pression avec une circulation d'air. Le contrôle est exercé par le biais des paramètres de température et de la teneur en oxygène dans l'air en circulation. La chaleur doit être évacuée du système en refroidissant l'air en circulation. Le condensat qui est créé peut être utilisé pour humidifier les andains ou doit être éliminé en tant que eau résiduaire.

Les *systèmes abrités* (procédé à andain) fonctionnent à la fois sous pression et aspiration, dans certaines usines les deux procédés de ventilation sont utilisés en alternance. Les systèmes à circulation d'air ne sont possibles que dans une moindre mesure dans les systèmes abrités. En fonctionnement avec aspiration, la réutilisation répétée de l'air d'échappement de l'andain est au moins faisable. La chaleur générée ne peut être évacuée que par le biais de l'évaporation de l'eau et de l'air d'échappement. Outre le contrôle de l'aération spécifique, le renouvellement périodique des matières biologiquement dégradées revêt une importance capitale pour la progression du traitement biologique. Son objectif est de :

- mélanger les matières et rendre de nouvelles surfaces accessibles aux micro-organismes
- activer la dégradation biologique
- minimiser les temps de dégradation biologique
- humidifier l'andain de manière uniforme et compenser les pertes par évaporation
- compenser la perte en volume due à la dégradation biologique
- évacuer la chaleur de l'andain.

Ainsi, le procédé biologique est optimisé et les capacités de traitement biologique existantes sont utilisées avec un bon rapport coût-efficacité. Dans les usines de traitement biomécanique avec des traitements biologiques quasiment dynamiques selon le procédé de déplacement des

andains ou le procédé en tunnel, le renouvellement se produit généralement à des intervalles d'une semaine. Certains procédés biologiques nécessitent deux cycles de renouvellement par semaine au cours des trois premières semaines. Après cette période, les matières sont retournées tous les cinq ou sept jours.

### Utilisateurs

Le traitement biomécanique est un outil permettant de pré-traiter des déchets avant leur mise en décharge ou de préparer des déchets solides (généralement des déchets municipaux solides) destinés à servir de combustibles. Malgré une baisse de popularité, le compostage des déchets mixtes est toujours réalisé en Grèce, en Espagne et au Portugal, tandis qu'en Italie, en Allemagne et en Autriche il est progressivement ou totalement « converti » en traitement biomécanique des déchets résiduels. Ces types de traitements voient également le jour au Pays-Bas et en Belgique. On note actuellement un intérêt croissant pour cette technologie au Royaume-Uni où certaines usines sont en cours de construction et où le gouvernement parraine des essais de ces nouvelles technologies.

Ces usines tendent à avoir des capacités importantes parce qu'elles traitent de gros volumes de déchets mixtes. Une capacité moyenne de 50 à 100 kt/an est tout à fait normale mais la capacité peut atteindre 700 kt/an, comme à Milan en Italie et n'être que de 7 kt/an. Il existe au moins quatre exemples en Europe dont l'objectif est d'atteindre une valorisation complète des déchets solides municipaux sous la forme de matières de recyclage et de récupération d'énergie.

### 2.2.3 Traitements biologiques appliqués au sol contaminé

#### Objectif

Réduire la contamination du sol.

#### Principe de fonctionnement

Dégradation aérobie et anaérobie des polluants dans le sol excavé.

#### Flux entrants et sortants

Des types de contamination à traiter sont des polluants biodégradables, des combustibles (essence, kérosène, gasoil, mazout domestique, mazout lourd), huile minérale, huiles usagées et huiles organiques lourdes. Les principaux produits de ce type de traitement sont les sols excavés décontaminés.

#### Description du procédé

Le manque d'oxygène est le facteur le plus limitant de la biodégradation des polluants du sol et bon nombre de procédés différents ont été mis au point pour optimiser l'oxygénation du sol. Les divers traitements biologiques diffèrent de par les techniques d'aération utilisées. Deux types de procédé existent : *in-situ* et *ex-situ*.

#### Biodégradation *in-situ*

La biodégradation *in-situ* est le terme utilisé pour les procédés de traitement biologique qui sont effectués à l'endroit où se trouve le sol contaminé. De tels procédés ne sont pas couverts dans le présent document.

#### Biodégradation *ex-situ*

La biodégradation *ex-situ* est le terme général utilisé pour désigner les procédés de traitement dans lesquels le sol contaminé ou les boues sont excavés et assainis par le biais de procédés biologiques. La technologie de la bioremédiation *ex-situ* implique le plus souvent une bioremédiation de la phase boueuse dans laquelle la boue aqueuse est créée en combinant le sol contaminé ou la boue d'épuration avec de l'eau puis en laissant les contaminants être biodégradés dans un réacteur autonome ou dans un bassin maçonné. La biodégradation *ex-situ* englobe également la bioremédiation en phase solide, telle que le « land farming », le compostage et les biopiles. Dans ces procédés, le sol contaminé est excavé et on ajoute de

l'oxygène, des nutriments, de l'eau ou des micro-organismes pour amplifier la biodégradation naturelle des contaminants.

#### *Bioremédiation en phase boueuse*

Il y a deux objectifs principaux sous-jacents à l'utilisation de la bioremédiation en phase boueuse : (1) détruire les contaminants organiques contenus dans le sol ou dans la boue et, ce qui est également important, (2) réduire le volume de matière contaminée. La biodégradation des boues s'est avérée efficace pour le traitement des sols fortement contaminés qui ont des concentrations en combustibles ou en autres contaminants organiques allant de 2 500 à 250 000 mg/kg. Le procédé concernant la boue a également présenté un certain potentiel pour traiter un large éventail de contaminants, incluant des pesticides, le créosote, le pentachlorophénol, les PCB et d'autres substances organiques halogénées.

La préparation des déchets est nécessaire avant d'appliquer une biodégradation en phase boue. La préparation peut inclure l'excavation et la manutention des déchets, ainsi que le criblage pour éliminer les débris et les objets plus importants. La réduction de la taille des particules, l'ajout d'eau ainsi que le réglage du pH et de la température peuvent également s'avérer nécessaires pour satisfaire aux spécifications d'alimentation du procédé.

Lorsque la biodégradation des contaminants est terminée, la boue traitée est envoyée dans un système de séparation/déshydratation. Un clarificateur permettant d'effectuer une séparation par gravité permet d'éliminer l'eau du sol.

#### *Bioremédiation en phase solide.*

La bioremédiation en phase solide implique l'excavation et la préparation du sol contaminé afin d'amplifier la bioremédiation des contaminants dans le sol. Les techniques généralement employées pour la préparation du sol à biodépolluer sont le tamisage /criblage, l'homogénéisation, l'apport en nutriments et l'ajout de compost. La bioremédiation est réalisée dans des biopiles (retournement du sol ou injection d'air).

La digestion aérobie implique le stockage des déchets biodégradables avec un agent diluant pour augmenter la porosité du sol. La bioremédiation est semblable au compostage en ce que le sol contaminé est entreposé sous forme de gros monticules. Toutefois, pour ces procédés, l'air est habituellement fourni en créant un vide à travers la pile.

#### **Utilisateurs**

Sols contaminés

### 2.3 Traitements physico-chimiques des déchets

[30, Eklund et al., 1997], [51, Inertec et al., 2002], [53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [89, Allemagne, 2003], [100, UNEP, 2000], [101, Greenpeace, 1998], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [123, Perseo, 2003], [124, Iswa, 2003], [136, Straetmans, 2003], [146, Galambos et McCann, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004].

Cette section détaille les traitements physico-chimiques (Ph-c) des déchets. Les traitements tels que la précipitation, la décantation et la centrifugation, ainsi que les traitements thermiques non inclus dans le bref sur l'incinération des déchets sont compris ici. En raison du fait que bon nombre de ces traitements sont des opérations unitaires communes, la description de certaines opérations ne sera mentionnée que brièvement dans cette section. Pour les techniques considérées moins communes et qui nécessitent des explications supplémentaires, un paragraphe indépendant à l'intérieur de la présente section a été créé. Les techniques de réduction des émissions sont couvertes dans la section 2.6. Les activités communes réalisées dans ces usines (par exemple, stockage, manutention) sont couvertes dans la section 2.1.

La structure de cette section concerne les conditions physiques du type de déchet. Les traitements réalisés sur les liquides et les solides diffèrent considérablement et il a été suggéré que le fait de les traiter séparément permette de bien structurer une section aussi longue. A la fin de cette section, certains traitements physico-chimiques spéciaux réalisés sur des déchets spéciaux (par exemple, destruction des POP) ont également été inclus.

Certaines des techniques employées pour le traitement des déchets peuvent faire appel, par exemple, à une solution acide provenant du premier épurateur-laveur d'un système de contrôle de la pollution de l'air par voie humide dans le cadre d'un traitement des déchets avec contrôle de la pollution de l'air. Certaines techniques impliquent un renvoi des résidus traités en chambre de combustion pour opérer un frittage avec les cendres lourdes : ces techniques ne sont pas incluses dans ce document parce que ce sont des mesures intégrées aux technologies de combustion. Ces questions peuvent être consultées dans d'autres BREFS.

#### 2.3.1 Traitements physico-chimiques des eaux résiduaires

##### Objectif

Les usines de traitement Ph-c sont prévues de manière à permettre la séparation d'une quantité maximale de matières recyclables afin de n'utiliser qu'une quantité minimale d'adjuvants. L'objectif des usines de traitement physico-chimique est de :

- permettre l'émission d'objectifs de protection de l'environnement, en particulier, en ce qui concerne la gestion de la qualité de l'eau. Dans les usines de traitement physico-chimique, les matières qui peuvent être dangereuses pour l'eau sont traitées, retenues et/ou converties sous une forme non dangereuse
- permettre l'élimination correcte de grandes quantités de déchets liquides aqueux, en général, et de déchets nécessitant des contrôles spéciaux
- séparer l'huile ou la fraction organique destinée à servir de combustible

Les procédures desservent l'application spécifique de réactions physico-chimiques en vue de la conversion des matières (par exemple, neutralisation, oxydation, réduction) et de la séparation des matières (par exemple, filtration, sédimentation, distillation, échange d'ions).

##### Principe de fonctionnement

Pendant le traitement physico-chimique des eaux résiduaires contaminées, l'eau est séparée et traitée pour être rejetée dans le système de collecte et d'évacuation des eaux ou dans les milieux aquatiques (masses d'eau). Cette eau traitée est soumise à diverses législations sur l'eau dès lors qu'elle est rejetée.

### Flux entrants et sortants

Les déchets traités dans les usines Ph-c sont des liquides aqueux. Les usines Ph-c traitent généralement des liquides usés ou des boues d'épuration ayant une teneur en eau relativement élevée (> 80 % en poids/poids). Indépendamment de leur origine et de leurs caractéristiques matérielles en découlant, les déchets couramment traités par ces usines sont les suivants :

- émulsions/lubrifiants de refroidissement
- acides (par exemple, acides de décapage provenant des traitements de surface. Quelques informations sont disponibles dans le BREF STM)
- solutions alcalines
- concentrés/solutions salines contenant des métaux
- eaux de lavage
- eaux résiduaires contenant un séparateur d'essence/d'huile
- mélanges de solvants
- boues
- déchets liquides aqueux ayant des concentrations élevées en matières biodégradables
- déchets marins aqueux.

Le Tableau 2.6 présente, à titre indicatif, les types de déchets acceptés dans les sites de traitement physico-chimique au Royaume-Uni.

Flux de déchets	Pourcentage des sites acceptant chaque type de déchets (%)
Substances inorganiques aqueuses neutres	69
Acides	62
Huiles	62
Alcalins	54
Substances organiques aqueuses neutres	54
Conteneurs contaminés	23
Cyanures	23
Boues organiques	8
Produits chimiques réactifs à l'eau	8

**Tableau 2.6 : Types de déchets acceptés dans les usines de traitement physico-chimique au Royaume-Uni**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

### Description du procédé

Les usines Ph-c sont configurées au cas par cas en fonction des conditions requises et/ou de l'application. Chaque usine Ph-c a un concept individuel spécifique technologique et opérationnel ; il s'articule autour des déchets à traiter. Pour cette raison, il n'existe aucune usine de traitement physico-chimique « standard ». Bien que toutes les usines aient des laboratoires d'inspection et de procédé, et tendent à avoir une fonction de neutralisation, la gamme des procédés de pré-traitement, des méthodes de gestion des boues et la combinaison des flux de déchets en entrée contribuent à en faire des entités fonctionnelles uniques. Les modes de fonctionnement des usines Ph-c sont les suivants :

- fonctionnement continu : particulièrement adapté pour les gros débits, pour les déchets dont la composition est relativement constante et pour un fonctionnement automatisé
- fonctionnement discontinu : particulièrement bien adapté aux caractéristiques/réactions très variables des déchets à traiter.

Le Tableau 2.7 présente quelques différences entre diverses usines Ph-c.

	Traitements :				
	Emulsions	Emulsions et mélanges huile/eau	Emulsions et déchets à détoxiquer	Déchets liquides et aqueux contenant quelques solvants organiques	Déchets liquides et aqueux contenant des solvants organiques et des agents tensioactifs
Tamissage					
Sédimentation					
Ultrafiltration					
Evaporation					
Chauffage					
Stripping					
Séparation à l'acide					
Séparation organique					
Oxydation/réduction					
Filtration sur membrane					
Floculation/précipitation					
Sédimentation					
Drainage					
Précipitation sulfurique					
Filtration					
Echangeur d'ions					
Neutralisation					
Remarque : Gris foncé : procédé requis ; gris clair : procédé en option					

**Tableau 2.7 : Analyse de certains types représentatifs d'usines de traitement physico-chimique**  
**Extrait de [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]**

Les opérations unitaires généralement utilisées sont le tamissage, le stockage/l'accumulation, la neutralisation, la sédimentation, la précipitation/floculation, l'échange d'ions, l'oxydation/réduction, la sorption (adsorption/absorption), l'évaporation/distillation, la filtration sur membrane, le stripping, l'extraction, la filtration/le drainage, la séparation à l'acide des émulsions et la séparation organique des émulsions.

Fréquemment plusieurs opérations unitaires doivent être utilisées pour traiter correctement un déchet spécifique. La combinaison des procédures des opérations unitaires (type de procédure, séquence d'application, contrôles) est définie par le laboratoire de l'usine Ph-c, à partir de la composition des déchets et de leur comportement réactionnel.

Les équipements ci-après sont généralement disponibles pour les réacteurs afin de contrôler les réactions :

- cuves de stockage pour un stockage séparé, en fonction du type de traitement
- cuves de réacteurs équipées d'agitateurs réglables et d'indicateurs de température
- conteneur de sédimentation
- équipements de mesure
- cuves de réception et de stockage pour les produits chimiques
- cuves de stockage et réservoirs pour les déchets à traiter
- équipements de dosage
- matériels résistant aux acides et aux alcalins



- contrôle de la valeur pH pour les produits chimiques
- conteneurs pour laisser reposer et mélanger des agents auxiliaires
- contrôles de mesure et contrôles automatiques
- ventilation et filtrage des cuves de réacteurs avec installation d'épuration de l'air rejeté.

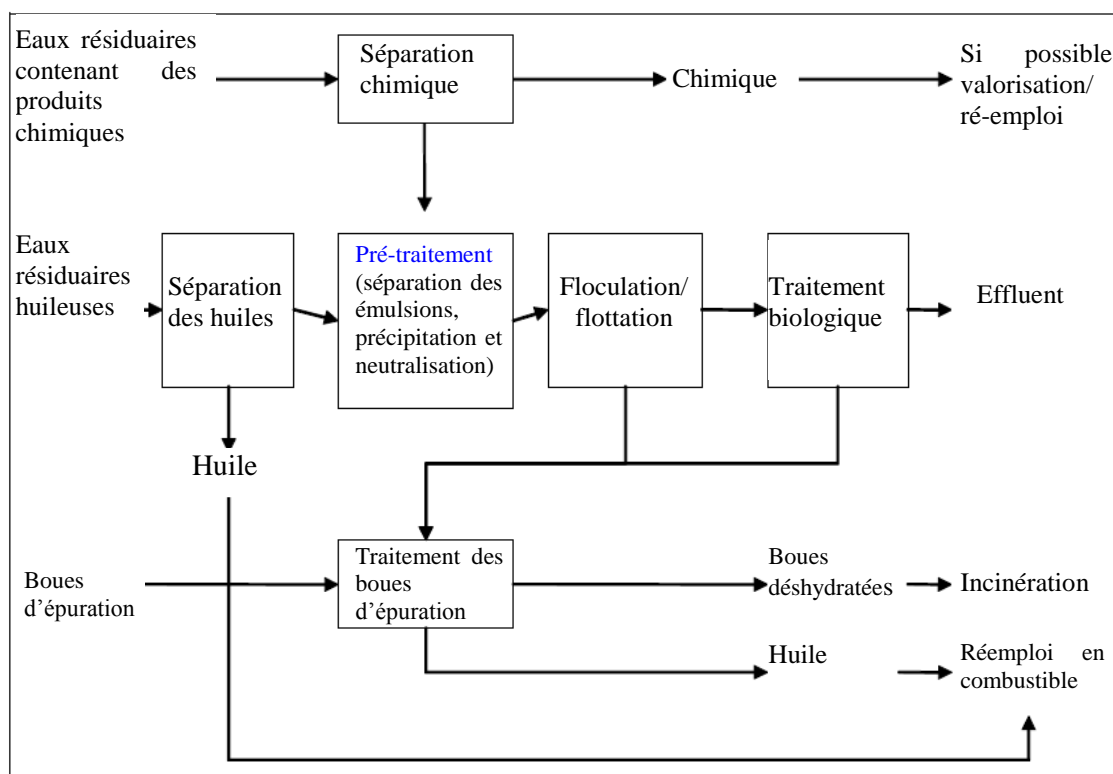
### Utilisateurs

De 25 à 30 % de tous les déchets dangereux, en Allemagne, sont éliminés dans des usines Ph-c. Les opérations réalisées par le biais d'une usine Ph-c sont, par exemple, les suivantes :

- traitement des émulsions
- traitement des émulsions et des déchets ayant un contenu à détoxifier
- traitement des liquides, des déchets aqueux contenant certains solvants organiques
- traitement des émulsions et des mélanges huile/eau
- traitement des liquides, des déchets aqueux contenant des solvants organiques et des agents tensioactifs
- détoxification (oxydation/réduction) des déchets contenant des nitrites, du Cr(VI), du cyanure (en pré-traitement).

Les déchets traités proviennent habituellement de divers procédés de production industrielle et commerciaux, et des activités de maintenance, de réparation et de nettoyage. Certains secteurs industriels spécifiques desservis sont les industries de l'imprimerie et de la photographie. Ce sont de bons exemples de sites, qui fournissent un service à un secteur industriel particulier, en acceptant un large éventail de déchets et en transférant ceux qui ne peuvent être traités ou recyclés en interne.

La Figure 2.7 représente le traitement des déchets marins aqueux.



**Figure 2.7 : Traitement des déchets marins aqueux**  
[156, VROM, 2004]

### 2.3.2 Opérations unitaires utilisées dans les traitements physico-chimiques des eaux résiduaires

Les déchets peuvent être traités en utilisant l'une quelconque d'un grand nombre d'opérations unitaires ayant fait leurs preuves au plan commercial. Les procédés de traitement se divisent en quatre catégories :

- séparation de phases (par ex. sédimentation, stripping à la vapeur)
- séparation des composants (par ex. échange d'ions, électrodialyse)
- transformation chimique (par ex. oxydation chimique, incinération)
- transformation biologique (par ex. traitement aérobic de pellicule fixe).

Le Tableau 2.8 présente une vue d'ensemble des opérations unitaires utilisées dans les traitements physico-chimiques. Des informations supplémentaires sur cette question sont disponibles dans le BREF sur le traitement des eaux résiduaires et des effluents gazeux (CWW).

Opération unitaire	Objectif	Principe de fonctionnement
<i>Opérations de séparation</i>		
Cassage à l'acide des émulsions	Le terme « cassage à l'acide » signifie le traitement des émulsions. L'objectif en est la séparation de l'émulsion en eau usée, huile/graisse et métaux non dissous sous forme d'hydroxyde boueux.	
Centrifugation	Déshydratation des boues contenant des sels métalliques par des techniques de précipitation.	Séparer les solides et les liquides sous l'action d'une force centrifuge appliquée au mélange dans une cuve. Les solides se déposent au fond de la cuve (type sédimentation) ou adhèrent aux parois internes de la cuve (type filtration) à travers laquelle le liquide s'écoule.
Evaporation et distillation	L'évaporation et la distillation sont des procédés similaires ayant des objectifs différents. Pendant l'évaporation, les matières utiles du mélange sont évaporées en raison des effets thermiques et capturées sous forme de vapeur d'eau et généralement condensées. La distillation est un procédé de séparation utilisé pour la séparation des mélanges, qui obtient de meilleurs taux de séparation que l'évaporation.	L'objectif de l'évaporation/distillation est de séparer l'huile sous une forme correcte utilisable. Dans les usines Ph-c, l'évaporation est utilisée comme étape de séparation afin de séparer des matières vaporisables des eaux usées. En fonction des constituants des eaux usées, l'évaporation peut aussi servir de conditionnement pour une étape de préparation ultérieure, telle qu'une filtration sur membrane. La technologie des évaporateurs revêt une importance capitale lorsque des solvants organiques doivent être séparés des déchets à traiter.
Extraction		L'extraction s'utilise pour la séparation spécifique des composants contenus dans un mélange de substances. Le mélange de substances est mélangé soigneusement avec un solvant sélectif. Pendant le mélange, le composant du mélange de substances migre dans l'agent d'extraction. Avec la séparation consécutive de l'agent d'extraction du mélange de substances, les composants du mélange sont également séparés.
Filtration/déshydratation	Il s'agit de l'opération la plus courante appliquée, par exemple, au traitement de l'eau de boisson, au traitement des eaux résiduaires industrielles.	Implique le passage d'un mélange de liquides et de solides (ou de gaz et de solides) à travers un support tel qu'un filtre afin de piéger les solides. Il existe différents types de filtres, notamment les filtres à gravier, les filtres à sable et les filtres mécaniques (par exemple, les filtres-presses à tamis pour eaux usées, les filtres-presses à moût, les filtres-presses à membrane.
Filtration/tamissage	Le tamissage des déchets à traiter est essentiel pour la protection et la sécurité des unités fonctionnelles, telles que les pompes, les vannes de vidange,	Le tamissage est une procédure de tri/séparation grâce à laquelle les matières filtrées – mélange liquide/solide (boue) - sont séparées

Opération unitaire	Objectif	Principe de fonctionnement
	les vannes.	en deux mélanges, l'un ayant une taille moyenne des particules inférieure à celle de l'entrée et l'autre ayant une taille moyenne des particules supérieure à celle de l'entrée
Filtration (sur membranes)	Séparation des substances/solides contenus dans des mélanges de liquides. L'ultrafiltration peut être utilisée pour le passage des émulsions	Dans les procédures à membrane, les liquides à traiter sont injectés à une pression contrôlée et dans des conditions de courant au travers d'une membrane semi-perméable. Le pouvoir de séparation de la membrane repose essentiellement sur l'effet de filtration et par conséquent les sorties ne sont jamais altérées au plan biologique ni chimique.
Flottation	Utilisée par l'industrie du raffinage, du conditionnement des viandes, des peintures, de la fabrication du papier et par l'industrie culinaire.	Introduction de minuscules bulles d'air dans une solution contenant des particules en suspension. Les particules se fixent aux bulles d'air et flottent
Procédé à échange d'ions	L'échange d'ions est un procédé de nettoyage des déchets liquides pour en éliminer les particules dissoutes chargées électriquement (ions) au moyen d'un échangeur d'ions. S'utilise également pour l'adoucissement de l'eau, comme les ions Ca et Mg sont éliminés du flux liquide. Les substances appropriées pour les échangeurs d'ions sont notamment les déchets liquides issus de l'industrie de la galvanoplastie, les bains d'électrolytes de chrome/de chromatation, les solutions mères de décapage à l'acide phosphorique, à l'acide chlorhydrique et les bains d'anodisation à l'acide sulfurique. Les groupes de matières inappropriées pour les échangeurs d'ions sont : les composés organiques car ils risquent d'obstruer de manière irréversible les résines de l'échangeur ou car leur élimination peut être incomplète ; les agents d'oxydation forts, car ils risquent d'endommager les résines échangeuses d'ions ; les complexes métalliques cyanurés, car les échangeurs anioniques de type base forte endommagent les résines ; les hydrocarbures aromatiques et halogénés, car ils font parfois gonfler les résines échangeuses et provoquent ainsi des interruptions des échangeurs.	Les résines échangeuses d'ions ont la capacité d'échanger leurs groupes d'ions fixés (cations ou anions) avec des ions contenus dans l'eau.
Procédés de séparation des huiles	Décantation par gravité sans chaleur pour produire une couche riche en huile, qui est « écrémée » et envoyée à des sociétés de recyclage des huiles pour un traitement supplémentaire, et une phase aqueuse plus boue qui est traitée dans l'installation principale.	Séparation par gravité des huiles solubles et des mélanges huile/eau.

Opération unitaire	Objectif	Principe de fonctionnement
	Dans certaines installations, elle constitue la majeure partie des activités quotidiennes. Dans d'autres, il s'agit d'un traitement de lots occasionnel qui n'est opéré que si nécessaire afin d'offrir un service complet à des clients importants mais où l'entreprise ne cherche pas activement à traiter des flux huile/eau. Certains sites ajoutent un acide à l'huile pour faciliter le procédé de préparation (cassage des émulsions).	
Séparation (Fractionnement) organique des émulsions		Utilisation de polyélectrolytes et/ou des produits similaires pour la déstabilisation de l'agent émulsifiant : ils permettent une bonne séparation de l'émulsion, comparable à celle réalisée avec un acide.
Osmose inverse	S'utilise dans la production de l'eau de boisson à partir des eaux souterraines saumâtres et de l'eau de mer. S'utilise également pour la récupération des produits chimiques de galvanoplastie contenus dans les eaux de rinçage du placage et du sulfate contenu dans les eaux usées de l'industrie de fabrication du papier. S'utilise dans le traitement des lixiviats.	Utilisation d'une force mécanique, par exemple, une pression élevée (17 à 100 atm) pour conduire le solvant (habituellement de l'eau) à travers une membrane. Cela génère deux fractions, une qui concentre les composants dissous et l'autre dans laquelle le solvant est purifié.
Criblage	Eaux résiduaires contenant des solides, etc.	Elimine les grosses particules des eaux usées. Il existe trois types de cribles, les trommels (tambour cylindrique rotatif), les cribles vibrants et les cribles fixes.
Sédimentation	La sédimentation s'utilise dans les usines Ph-c spécifiquement pour l'épaississement des boues et la séparation des particules lourdes et des matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires et les boues concentrées.	La phase la plus épaisse d'une suspension se sépare sous l'effet de la force de gravité. Dans cette mesure, la nature de la force détermine le type de sédimentation : sédimentation par gravité ou sédimentation centrifuge.
Sorption (absorption et adsorption)	Si les eaux résiduaires présentent des valeurs élevées de manière inadmissible et/ou en augmentation de COT, AOX ou PCB, les matières organiques ont généralement été séparées par absorption.	La sorption est la capture et la rétention d'une substance (gaz, vapeur d'eau, liquide) par une autre matière, après mise en contact des deux matières. L'absorption désigne la pénétration d'un gaz dans une phase solide ou liquide (absorbants) par diffusion. L'absorption désigne quant à elle l'accumulation des gaz ou des solutés à la surface d'un solide ou d'un liquide (absorbants) par le biais de forces moléculaires. Dans la mesure où l'absorption est un procédé physique, les caractéristiques chimiques de la matière absorbée sont inchangées.
Stripping (à l'air ou à la vapeur d'eau)	Le stripping permet une mise en œuvre meilleure ou plus efficace des procédures suivantes. Utilisé en étape finale, il sert alors à réduire la	Le stripping est l'extraction de matières facilement vaporisables à partir de mélanges liquides. Il s'effectue à l'air ou à la vapeur d'eau,

Opération unitaire	Objectif	Principe de fonctionnement
	concentration de certains hydrocarbures (AOX). Le stripping permet, par exemple, de séparer les matières volatiles, notamment le sulfure d'hydrogène (H <sub>2</sub> S), l'ammoniac (NH <sub>3</sub> ), les hydrocarbures à faible ébullition et les hydrocarbures chlorés (AOX) contenus dans les solutions aqueuses.	avec une augmentation simultanée des surfaces de limite de phase. Le stripping est par conséquent un procédé de préparation dans lequel les matières séparées sont entraînées dans l'air d'échappement (stripping à l'air) ou dans le distillat (stripping à la vapeur d'eau).
<i>Procédés chimiques*</i>		
Electrolyse	Récupération des métaux contenus dans des solutions (par ex. argent présent dans les déchets issus de l'industrie photographique).	Utilisation de l'énergie électrique pour réduire les métaux contenus dans la solution.
Neutralisation	Neutralisation des eaux résiduaires ou récupération de certains composants qu'elles contiennent par une précipitation à un ou des pH spécifiques. En fonction de la configuration des équipements, la neutralisation et la sédimentation peuvent être réalisées dans le même conteneur.	La neutralisation est l'ajustement des valeurs pH à niveau neutre, par exemple, à pH ~ 7. La neutralisation s'obtient en ajoutant des acides ou des alcalins aux matières à neutraliser et/ou par mélange d'acides et d'alcalins.
Oxydation/réduction	Les réactions d'oxydation/réduction (redox) en relation avec le traitement Ph-c des déchets impliquent la détoxification des nitrites et des cyanures (oxydation) et du chrome (VI) (réduction). Les autres traitements possibles sont la destruction des sulfures ou des peroxydes. Les déchets deviennent moins toxiques, plus simples et moins volatils par suite du transfert d'électrons (perte ou gain) entre des produits chimiques qui réagissent entre eux.	L'oxydation et la réduction sont des procédés qui sont généralement couplés. L'oxydation correspond à une perte d'électrons et la réduction correspond est un gain d'électrons.
Précipitation/floculation	Séparation de matières dissoutes ou en suspension (par ex. de métaux) par addition de produits chimiques.	La précipitation est la conversion d'un corps dissous en une substance non dissoute, en général par l'addition de produits chimiques. La floculation est l'agglomération de particules plus ou moins fines (ainsi que de substances dissoutes) sous forme de floes plus gros. Leur séparation s'effectue par sédimentation ou filtration.
Oxydation à l'air par voie humide	Boue d'épuration	Solides solubilisés et oxydés sous pression élevée.
* Certains de ces traitements induisent des séparations (par ex. la précipitation)		

**Tableau 2.8 : Opérations unitaires utilisées dans les traitements physico-chimiques**

### 2.3.3 Traitements physico-chimiques des déchets solides et des boues résiduaires

L'objectif principal des traitements physico-chimiques des solides et des boues résiduaires est de minimiser la libération à long terme des métaux lourds et des composés biodégradables par lixiviation. Les options de traitement disponibles agissent dans le sens d'une prolongation de la période de temps de lixiviation en libérant, par exemple, des métaux lourds à des concentrations plus faibles et plus acceptables au plan de l'environnement sur une durée prolongée.

En principe, toutes les options de traitement peuvent être appliquées aux solides et aux boues résiduelles. Toutefois, les caractéristiques des matières traitées et l'efficacité d'une technologie de traitement peuvent varier fortement en fonction des propriétés spécifiques des déchets ENTRANTS d'origine et du type de système de nettoyage appliqué. Les options de traitement ont été regroupées en sous-groupes en fonction des types suivants :

- extraction et séparation
- traitement thermique
- séparation mécanique
- conditionnement
- immobilisation (ce traitement couvre la solidification et la stabilisation)
- déshydratation
- séchage
- désorption thermique
- extraction à la vapeur à partir du sol excavé
- extraction au solvant à partir de déchets solides (sol excavé)
- excavation et enlèvement du sol excavé
- lavage du sol

### 2.3.3.1 Extraction et séparation

#### Objectif

Extraire les métaux lourds et les sels contenus dans les déchets solides en utilisant un acide

#### Principe de fonctionnement

Solubiliser les composés et les éliminer avec l'eau.

#### Flux entrants et sortants

Les options de traitement utilisant les procédés d'extraction et de séparation couvrent, en principe, tous les types de procédés réalisant l'extraction de composants spécifiques contenus dans les déchets.

#### Utilisateurs

Plusieurs techniques ont été proposées à la fois en Europe et au Japon pour les résidus du contrôle de la pollution de l'air.

### 2.3.3.2 Traitements thermiques

#### Objectif

Le traitement thermique des déchets issus de l'épuration des fumées (FGT) émanant des procédés de combustion est très répandu dans un petit nombre de pays, principalement pour en réduire le volume et améliorer leurs propriétés de lixiviation.

#### Principe de fonctionnement

Les traitements à température élevée utilisent de la chaleur pour réaliser la fusion des déchets et amorcer des procédés de vitrification et de céramisation. Les traitements thermiques peuvent être classés en trois catégories : vitrification, fusion et frittage. Les différences entre ces procédés concernent principalement les caractéristiques et les propriétés de la matière finale.

- La vitrification est un procédé dans lequel les déchets sont mélangés avec des matériaux précurseurs du verre, ce mélange étant ensuite soumis à des températures élevées pour conduire à une sortie vitreuse, amorphe, à une seule phase. Les températures de vitrification sont généralement de l'ordre de 1 300 à 1 500 °C. La liaison chimique des espèces inorganiques contenues dans les déchets avec des substances vitrifiantes comme la



silice et l'encapsulation des constituants dans une couche de matière vitreuse constituent les mécanismes de rétention.

- La fusion est semblable à la vitrification mais ce procédé ne comprend pas l'addition de substances vitrifiantes et le produit obtenu comporte plusieurs phases. Elle génère souvent plusieurs phases de métaux fondus. Il est possible de séparer les phases métalliques spécifiques de la sortie en fusion et de recycler ces métaux, généralement après raffinage. Les températures sont semblables à celles utilisées pour la vitrification.
- Le frittage implique de chauffer les déchets à un niveau où il se produit une liaison entre les particules et où les phases chimiques contenues dans les déchets se reconfigurent. Le produit en sortie est par conséquent plus dense, moins poreux, et doté d'une résistance mécanique plus élevée que les déchets d'origine. Les températures types sont de l'ordre de 900 °C. Les températures utilisées pour le frittage des cendres lourdes provenant des incinérateurs de déchets solides municipaux peuvent atteindre 1 200 °C.

### **Flux entrants et sortants**

Les déchets issus du traitement d'épuration des fumées (FGT) sont le plus souvent traités thermiquement en combinaison avec des cendres lourdes.

### **Description du procédé**

Quel que soit le procédé, le traitement thermique des déchets FGT se traduit, dans la plupart des cas, par un produit plus homogène, plus dense avec de meilleures propriétés de lixiviation. La vitrification présente aussi l'avantage de l'encapsulation physique des contaminants dans une matrice vitreuse.

Le traitement thermique des déchets FGT nécessite une importante épuration des fumées, créant ainsi un nouveau résidu solide à traiter. Par ailleurs, les fortes concentrations en sels des déchets FGT sont susceptibles d'entraîner des problèmes de corrosion dans les systèmes d'épuration des fumées.

### **Utilisateurs**

Le frittage n'est pas une option de traitement dédiée aux déchets FGT ; toutefois certaines combinaisons de procédés de traitement impliquent parfois un frittage.

## **2.3.3.3 Séparation mécanique**

### **Objectif**

L'objectif du traitement est de générer une matière qui est inerte, sans aucune incidence sur les milieux aquatiques (masses d'eau) et qui possède un potentiel de valorisation exempt de danger, par exemple, en tant que substitut du sol ou dans la construction des routes. Un tel traitement réduit la masse des déchets à éliminer. En outre, il est possible de réemployer les fractions propres séparées ainsi que les fractions de métaux ferreux et non ferreux collectées. Par ailleurs, la réduction de la quantité de métaux lourds, par exemple d'arsenic (sel), rejetés dans l'environnement, constitue également un avantage majeur.

### **Principe de fonctionnement**

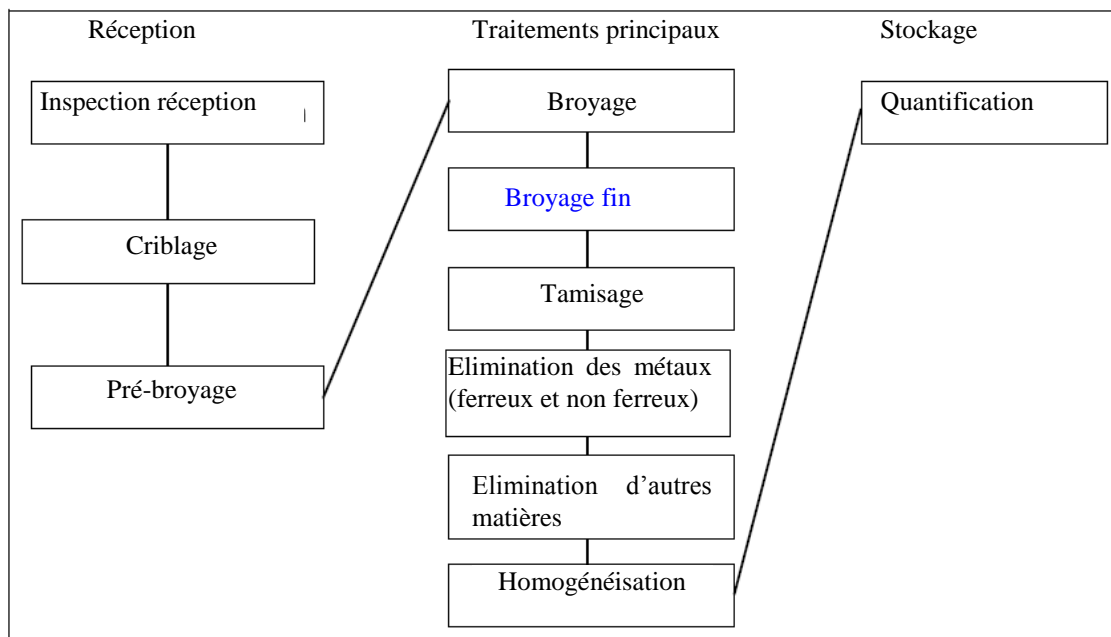
Dans le cas du traitement des cendres lourdes, les cendres lourdes sont séparées en au moins trois fractions : les composés minéraux, les imbrûlés et les déchets métalliques. La réduction des métaux lourds et des composés solides est nécessaire et est importante pour le réemploi des matières après traitement. Les composants solubles dans l'eau sont les ingrédients les plus pertinents des cendres lourdes.

### **Flux entrants et sortants**

Les cendres lourdes générées par le procédé de combustion sont l'un des principaux produits de l'incinération des déchets. Une tonne de déchets ménagers en entrée génère approximativement 250 à 350 kg de cendres lourdes. Les composants des cendres lourdes sont, en règle générale,

des composants tels que le chlorure, l'arsenic, le plomb, le cadmium, le cuivre, des matières minérales ainsi que des métaux et déchets métalliques.

### Description du procédé



**Figure 2.8 : Exemples de quelques séparations mécanique utilisées pour le traitement des cendres lourdes**

### Utilisateurs

Cendres lourdes et déchets issus du traitement d'épuration des fumées (FGT).

### 2.3.3.4 Conditionnement

#### Objectif

Le conditionnement a pour objectif de traiter les déchets solides et les déchets pâteux en vue de leur valorisation /élimination dans des usines d'incinération ou en vue de leur mise en décharge.

#### Principe de fonctionnement

Les substances ne peuvent être incinérées ou mises en décharge que si elles sont conditionnées avec des agrégats. En fonction du centre d'élimination finale (par ex. usine d'incinération ou décharge) ; on ajoute de la diatomite, de la sciure ou d'autres agrégats appropriés aux déchets.

#### Description du procédé

Les déchets contenant certaines matières présentant un intérêt peuvent être acheminés vers l'unité aval pour la valorisation des substances recyclables. Si nécessaire, les déchets peuvent passer par une étape de broyage, par exemple, afin de broyer les emballages métalliques tels que les pots de peintures, puis être dirigés par le biais d'un système de transporteur à bande vers une installation de valorisation des matières recyclables.

Les déchets qui sont acheminés dans des conteneurs à grande capacité sont prétraités dans une seconde unité de broyage. Pour les déchets pulvérulents, un troisième déchiqueteur à double corps totalement capoté est disponible. Dans le mélangeur à chute libre, les déchets prétraités peuvent être mélangés avec des agrégats pour produire des lots de 10 m<sup>3</sup> maximum. Le mélangeur à chute libre comprend principalement un conteneur cylindrique-conique ouvert d'un volume de 20 m<sup>3</sup>. Ce conteneur est rempli par le dernier transporteur à bande du système de chargement. La rotation du conteneur produit un mélange homogène et les forces abrasives dans

le tambour mélangeur provoquent un nettoyage quasi-sec des composants métalliques et des matières plastiques contenus dans les déchets. Le mélangeur à chute libre est vidé dans l'installation de chargement qui achemine les déchets conditionnés jusqu'à la zone de chargement des camions ou jusqu'au traitement suivant à destination de l'installation de valorisation des substances recyclables.

### Utilisateurs

Préparation des déchets destinés à servir de combustibles.

### 2.3.3.5 Immobilisation

#### Objectif

L'immobilisation a pour objectif de minimiser le taux de migration des contaminants dans l'environnement et/ou de réduire le niveau de toxicité des contaminants, afin d'altérer ou d'améliorer les caractéristiques des déchets de manière à permettre leur élimination. Ce traitement vise à la fois une réduction de la toxicité et de la mobilité des déchets ainsi qu'une amélioration des propriétés technologiques des matières stabilisées.

#### Principe de fonctionnement

L'immobilisation repose sur les propriétés du réactif afin de produire en sortie un déchet immobilisé, même s'il n'est pas sous une forme solide. Avec ces procédés, la ou les substances sont soit adsorbées sur une matrice solide soit piégées à l'intérieur de cette dernière. Certains d'entre eux sont réversibles (c'est-à-dire les substances immobilisées peuvent être libérées) à la fois en raison d'un contrôle du procédé médiocre et du mélange consécutif avec d'autres types de déchets. Deux types de procédés ont été mis au point, que l'on désigne couramment stabilisation et solidification.

#### Stabilisation

Il s'agit du procédé grâce auquel les contaminants (par ex. les métaux lourds) sont totalement ou partiellement liés par l'addition de milieux d'appoint, de liants ou d'autres agents modificateurs. La stabilisation s'obtient en mélangeant les déchets avec un réactif (en fonction du type de déchet et de la réaction prévue, il peut s'agir par exemple, de particules d'argile ; de substances organiques humiques, telles que la tourbe, le charbon actif ; d'agents oxydants ; de réducteurs ; de réactifs de précipitation) afin de minimiser le taux de migration des contaminants contenus dans les déchets, ce qui permet de réduire la toxicité des déchets et d'améliorer les propriétés liées à la gestion des déchets en décharge. A cette fin, un procédé doit inclure une interaction physico-chimique entre les réactifs et les déchets, plutôt qu'une simple dilution.

Ces procédés de stabilisation utilisent à la fois la précipitation des métaux dans de nouveaux minéraux ainsi que la liaison des métaux à des minéraux par sorption. Ils comportent une certaine forme de solubilisation des métaux lourds dans le matériau et une précipitation ou une sorption consécutive dans ou sur de nouveaux minéraux.

Les mécanismes physiques utilisés dans la stabilisation sont : la macro-encapsulation, la micro-encapsulation, l'absorption, l'adsorption, la précipitation et la détoxification. Il existe une plage étendue de sorbants et de liants disponibles à de telles fins. Parmi les plus couramment utilisés, il faut citer : le ciment, les pouzzolanes (matière alumino-siliceuse qui réagit avec la chaux et l'eau), la chaux, les silicates solubles, les argiles ou les chaux modifiées au plan organique, les polymères organiques thermodurcissables, les matières thermoplastiques et la vitrification (in-situ ou en interne).

Dans de nombreux cas, les deux types de réactifs (réactifs chimiques tels que mentionnés trois paragraphes auparavant) et les sorbants et les liants (tels que mentionnés dans le paragraphe ci-dessus) sont utilisés simultanément.

#### Solidification

La solidification utilise des additifs pour modifier les propriétés physiques des déchets (telles que mesurées par ses propriétés technologiques comme la résistance, la compressibilité, et/ou la perméabilité). Le terme « solidification » (et encapsulation ou fixation) fait référence au mélange de déchets avec un réactif (cendres volantes ; ciment, chaux ; scories de haut fourneau ; poussières de four à ciment ; liants organiques tels que le bitume/l'asphalte ou la paraffine ; et polyéthylène) afin de produire une forme de déchets solides (avec une matrice à faible porosité et à faible perméabilité) pour l'élimination en décharge. Les substances sont soit adsorbées sur le réactif ou piégées à l'intérieur de la forme de déchets. La sortie doit posséder une résistance élevée aux procédés de dégradation chimique et biologique qui pourraient conduire à la libération des contaminants.

L'addition de ciment, par exemple, contribue généralement à une diminution de la conductivité hydraulique et de la porosité, et par ailleurs à une augmentation de la tortuosité, de la durabilité, de la résistance et du volume. Toutefois, elle fait habituellement augmenter le pH et la capacité alcaline du mélange, ce qui améliore de ce fait le comportement à la lixiviation du produit (par ex. des métaux amphotères, de certains composés organiques). Dans certains cas, en fonction du liant, la solidification peut se traduire par des modifications chimiques de la matrice.

En résumé, quatre mécanismes permettent d'obtenir la fixation et l'insolubilisation des polluants : la précipitation, la complexation, l'encapsulation et l'adsorption.

### Flux entrants et sortants

Cette technologie est appliquée à de nombreux déchets inorganiques (généralement à des déchets dangereux) industriels tels que :

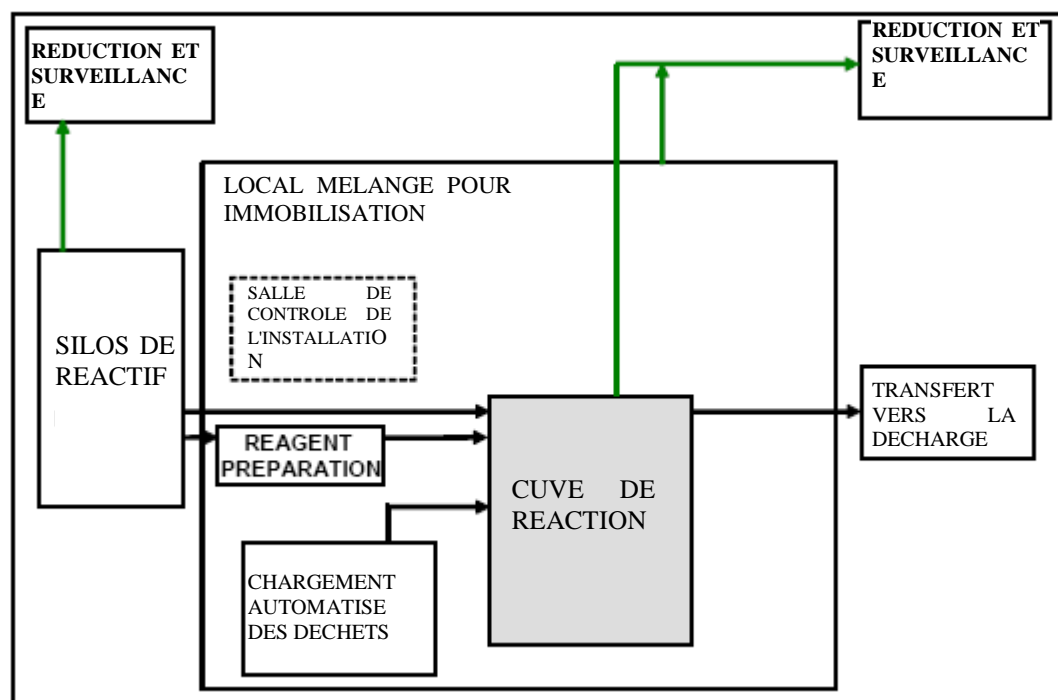
- les déchets pâteux et boues fluides contenant des composants inorganiques (métaux lourds, etc.) et de petites quantités de composants organiques insolubles (composants aromatiques polycycliques, déchets de combustion, etc.). Par exemple, déchets liquides et solides complexes contaminés avec des métaux lourds (Cu, Pb, Cd, Hg, Cr, etc.)
- les déchets solides et secs contenant des composants inorganiques (dans ce cas, il faut ajouter de l'eau d'hydratation). Par exemple, sol contaminé et les gâteaux de filtration ; déchets ménagers à très faible teneur en hydrocarbures insolubles ; cendres lourdes et scories ; déchets du traitement d'épuration des fumées (FGT)
- la solidification s'utilise quelquefois pour mélanger divers liquides visqueux, comme les colles et les pâtes, avec de la sciure pour produire une structure grenue solide adaptée à la mise en décharge. Une telle pratique n'est pas autorisée, sur les sites de décharge, dans certains pays, comme la France, l'Allemagne et le Benelux. Dans certains cas, ces composants sont mélangés à du ciment et à de la chaux ou à d'autres liants appropriés.

Les déchets qui, en vertu de la directive sur les décharges, ne sont pas admis à être traités par immobilisation dans des installations situées sur les sites de décharge, sont les déchets liquides, les déchets contenant des composants toxiques, les composés volatils, les composants ayant une odeur fétide ou les déchets explosifs. Les questions-clés relatives à l'immobilisation comprennent notamment : le caractère approprié des déchets, le contrôle du procédé, les émissions générées et les spécifications de sortie. En vertu de la directive sur les décharges (2003/33/CEE) et de ses annexes, les spécifications de sortie doivent être alignées sur les critères d'acceptation des décharges réceptrices, qui sont mis au point par le Comité d'adaptation technique européen et qui couvrent la lixiviation, la stabilité physique et la réaction avec d'autres déchets. Leur transcription dans les législations nationales est exigible à la fin de 2005.

Le produit de la solidification peut être mis en décharge ou entreposé dans une zone où on le laisse se solidifier avant sa mise en décharge. En règle générale, le déchet final stabilisé/solidifié est mis en décharge directement mais il est parfois coulé en blocs (par ex. d'une taille de 1 m<sup>3</sup>) avant mise en décharge.

### Description du procédé

Le procédé comprend généralement le stockage des réactifs, une cuve de réaction et dans certains cas l'addition d'eau. La Figure 2.9 est une représentation d'un procédé type d'immobilisation.



**Figure 2.9 : Représentation d'un procédé d'immobilisation**  
[55, UK EA, 2001]

Plusieurs des procédés de stabilisation comportent une étape de lavage initial, dans laquelle une grande partie des sels solubles et dans une certaine mesure des métaux sont extraits avant la liaison chimique du reste des métaux. Ces procédés sont finalisés par une déshydratation du produit stabilisé, qui est ensuite prêt à être mis en décharge.

Deux procédés de solidification sont couramment utilisés : a) la solidification au ciment (la technique de solidification prépondérante), qui consiste à mélanger les déchets à du ciment, et b) la fixation par des liants hydrauliques spéciaux, qui correspond à des procédés chimiques, visant à développer des liaisons entre le liant et les déchets. Une autre technique, également utilisée à grande échelle, comprend par exemple le durcissement des cendres volantes avec des solutions mères aqueuses neutres ou acides pour produire une sortie granulaire avant mise en décharge.

### Utilisateurs

Les traitements d'immobilisation (à la fois stabilisation et solidification) sont appliqués pour :

- la remédiation des sites de déchets dangereux
- les traitements des déchets issus d'autres procédés de traitement (par ex. des cendres issues des traitements thermiques, des résidus issus des techniques de réduction en fin de chaîne)
- le traitement des terrains contaminés avec de grandes quantités de sol contenant des contaminants.

Dans plusieurs pays de l'Union européenne, la question de la stabilisation/solidification ne se pose pas en raison de leur législation nationale. Dans ce cas, pour un grand nombre de déchets, de tels traitements ne sont pas nécessaires afin de respecter les paramètres énoncés dans les annexes de la directive européenne sur les décharges ou la législation nationale.

Les déchets radioactifs sont encapsulés en utilisant des cendres volantes/du ciment et des cendres lourdes (scories) depuis plus de 30 ans. Toutefois, les matières radioactives sont explicitement exclues de la directive PRIP.

### 2.3.3.6 Déshydratation

#### Objectif

La déshydratation des boues a pour effet d'augmenter la teneur en solides secs des boues et de produire un déchet « solide ». Il est difficile de définir de manière tranchée à quel moment la boue liquide devient un déchet solide. Toutefois, toute boue ayant plus de 10 % de solides secs devient difficile et onéreuse à pomper.

#### Principe de fonctionnement

La déshydratation à des taux généralement supérieurs à 10 % va nécessiter au préalable une certaine forme de conditionnement chimique pour faciliter la séparation de l'eau liée et entraînée en provenance de la boue. Il existe un large éventail de flocculants polymériques à poids moléculaire élevé qui s'avèrent particulièrement efficaces pour améliorer les performances de la déshydratation.

#### Flux entrants et sortants

La déshydratation produit un « gâteau » de boue, qui peut contenir de 20 à 50 % de solides secs et un flux de déchets aqueux. Une réduction du coût global de l'élimination est prévisible dans les cas où le flux de déchets aqueux ne nécessite aucun traitement supplémentaire ou un traitement supplémentaire minime pour éliminer les contaminants.

#### Description du procédé

Il existe un certain nombre de procédés de déshydratation des boues. Le choix entre les différentes techniques s'effectue en fonction de la nature et de la fréquence des solides produits ainsi que du gâteau de boue requis, par exemple :

- les filtres-presses (ou filtres à plaques), dont le fonctionnement est discontinu (par lots) et qui peuvent engager d'importants moyens manuels. Un filtre-presse peut produire jusqu'à 40 % de solides secs sous forme de gâteau.
- les filtres à bandes presseuses, dont le fonctionnement est continu, où la toile de filtration chemine continuellement à travers des rouleaux qui drainent en force la boue. Un filtre à bande presseuse peut produire jusqu'à 35 % de solides secs sous forme de gâteau.
- les centrifugeuses, dont le fonctionnement est également continu, qui sont capables de produire un gâteau contenant jusqu'à 40 % de solides secs pour certaines boues. En raison des forces de cisaillement présentes, elles peuvent fractionner les matières particulaires solides.
- les filtres à tambour.

#### Utilisateurs

La majorité des sites utilisent des filtres-presses sur les boues issues de la station d'épuration et envoient la fraction aqueuse dans des unités de clarification ou des unités de flottation à air dissous (DAF) avant rejet dans les égouts. Les solides en excès sont renvoyés dans les cuves de traitement.

### 2.3.3.7 Séchage à température élevée

#### Objectif

Les objectifs de ce procédé sont les suivants :

- élimination de la teneur en eau contenue dans les déchets, afin que le recyclage soit économiquement viable

- concentration des composants des déchets (par ex. des composés métalliques) ; augmentation considérable du pouvoir calorifique
- élimination des problèmes de manipulation des substances pâteuses, dans la mesure où le séchage des déchets les transforme en une matière granulée
- utilisation de la chaleur des déchets dans d'autres procédés, par ex. distillation
- humidification adéquate du biofiltre avec le panache dissipé.

### Principe de fonctionnement

Les substances en entrée qui doivent être séchées sont acheminées par le convoyeur principal à chaîne et introduites dans le fût de type tube tournant sous forme de lots distincts. Le temps de résidence des substances injectées dans le sécheur et, par conséquent, la siccité du produit granulé peuvent être ajustés par un réglage hydraulique de l'angle du tube. L'énergie requise par le procédé de séchage provient de la chaleur des déchets de l'incinérateur. L'air nécessaire pour le refroidissement des fumées est refroidi à 150 °C dans des échangeurs de chaleur air-air.

Jusqu'à 30 000 m<sup>3</sup>/h d'air de séchage (maximum 100 °C) circulent dans le tube rotatif à contre-courant de l'entrée humide. La chaleur permet l'évaporation de l'eau. Le panache est extrait par aspiration au moyen d'un filtre à poussières et transféré directement vers le biofiltre. De cette manière, une pression légèrement négative est créée dans le sécheur, ce qui constitue un moyen efficace pour éviter les émissions de poussière dans l'environnement. Le produit séché granulé est évacué automatiquement par la rotation du fût et introduit dans de gros sacs ou autres conteneurs.

### Flux entrants et flux sortants

Les boues sont séchées et transformées en matière granulée.

### Description du procédé

Le séchage comprend les éléments suivants :

- une alimentation en air chaud contrôlée par température et pression différentielle
- un tube tournant avec réglage hydraulique
- un convoyeur principal à chaîne pour le chargement
- un filtre à poussière avec 300 m<sup>2</sup> de surface filtrante
- la dissipation du panache vers le biofiltre au moyen d'un ventilateur de tirage forcé
- des techniques de mesure (par ex. poussière, température, pression, flux volumique et humidité)
- le système de contrôle du procédé.

### 2.3.3.8 Installation de séchage à distillation thermique

#### Objectif

Traiter des matières qui ne peuvent être acceptées dans les usines d'incinération des déchets dangereux ou dans les décharges pour déchets dangereux sans un conditionnement préalable complexe.

#### Principe de fonctionnement

Les matières en entrée sont tout d'abord broyées dans l'usine en atmosphère inerte et ensilées. Les gaz propulseurs libérés sont transférés vers l'usine d'incinération haute température ou vers le biofiltre. Ensuite, le traitement consiste à distiller les fluides pour les séparer des matières en entrée.

#### Flux entrants et sortants

Traitement des déchets dangereux tels que des solides/pâtes qui contiennent des quantités considérables de fluides libres ou liés. Les produits solides et fluides qui sortent de cette installation peuvent tous être recyclés, utilisés thermiquement, incinérés ou mis en décharge.

#### Description du procédé



Le procédé se divise en deux parties : manutention des matières et broyage d'une part ; distillation thermique d'autre part.

- manutention des matières et broyage :
  - systèmes élévateurs à bascule pour conteneur
  - broyeur en atmosphère inerte
  - convoyeur principal
  - extincteur à CO<sub>2</sub> et installation d'inertage des déchets
  - évacuation des solides avec chargement des conteneurs et convoyeur à chaîne
- distillation thermique :
  - réacteur et régulateur de vide
  - filtre à fumées et ventilateur de circulation
  - surchauffeur de fumées
  - condensateur, refroidisseurs de produit, conteneurs de produit et séparation de phase
  - station de pompage sous vide
  - distribution de la vapeur, des gaz inertes et de l'eau de refroidissement
  - mesures de sécurité exhaustives
  - système de contrôle comprenant deux postes et un ordinateur pour la collecte des données.

Les conteneurs sont transportés depuis la zone de stockage sur palettier jusqu'à l'installation et vidés individuellement dans la trémie d'alimentation du broyeur. Après broyage, les matières entrantes sont stockées sous une atmosphère de CO<sub>2</sub> sur un convoyeur principal inerte. Ce processus est réalisé jusqu'à ce que la quantité nécessaire au traitement soit atteinte dans le réacteur de mélange (maximum 3 m<sup>3</sup>) et que le réacteur ait été préparé pour accepter la charge suivante. Les vapeurs de solvant libérées par les déchets au niveau du broyeur sont spécifiquement prélevées afin d'éviter la production de mélanges explosifs dans la salle de traitement. L'air prélevé est dirigé vers le biofiltre de même que l'air d'échappement provenant des pompes sous vide.

Si le réacteur de mélange a été remis en atmosphère inerte, après évacuation de la charge précédente, il peut être de nouveau alimenté par le convoyeur principal. Une fois le chargement terminé, le réacteur de mélange et le système de tuyauterie sont mis sous pression par les pompes à vide jusqu'à 400 mbar. Puis, le ventilateur de circulation est mis sous tension. L'azote provenant de l'inertage et les fumées générées peuvent ensuite passer dans le surchauffeur où ils sont chauffés jusqu'à 450 °C. Après quoi, ils s'écoulent dans le réacteur où ils chauffent et séchent les matières à traiter. La période de chauffage peut, si nécessaire, s'accompagner d'un apport de vapeur fraîche provenant d'une chaudière. Un système de contrôle du vide maintient la pression maximale dans l'installation à approximativement 100 mbar soit à une pression inférieure à celle de l'air ambiant.

A la fin du procédé de séchage, c'est-à-dire lorsqu'une température maximale de 180 à 200 °C est atteinte à l'intérieur du réacteur, dans le filtre à fumées ou dans le ventilateur de circulation, l'installation est évacuée à une pression < 100 mbar. Ceci permet l'évaporation des résidus de solvant encore présents et le refroidissement des matières séchées. Pour avoir de faibles émissions de matières séchées lors de leur évacuation, on ajoute directement à ces dernières l'eau de refroidissement. Là, elle s'évapore immédiatement sous vide et refroidit de ce fait le produit séché jusqu'à la température de sortie qui va de 50 à 60 °C. Le condensat est récupéré par l'installation de distillation interne directement après la séparation des phases ou après traitement. Les fractions de solvant qui ne peuvent pas être recyclées, peuvent être utilisées thermiquement ou incinérées dans l'installation d'incinération interne, à température élevée.

### 2.3.3.9 Désorption thermique

#### Objectif

Séparer les composés relativement volatils des déchets solides.

### Principe de fonctionnement

Dans le procédé de désorption thermique, les contaminants volatils et semi-volatils sont éliminés des sols, des sédiments, des boues et des gâteaux de filtration. Les températures nominales types sont comprises entre 175 et 370 °C, mais il est possible d'employer des températures de 90 à 650 °C. La désorption thermique favorise la séparation physique des composants plutôt que la combustion.

### Flux entrants et sortants

Les solides contaminés par des composés organiques non biodégradables, le sol contaminé par des hydrocarbures du pétrole, le sol contaminé par des déchets dangereux, et l'asphalte contenant du goudron ou des déchets similaires sont des types de déchets traités par cette technique. Les contaminants sont transférés vers un autre traitement.

Les désorbeurs thermiques traitent efficacement les sols, les boues et les gâteaux de filtration et éliminent les composés organiques volatils et semi-volatils. Certaines substances à point d'ébullition plus élevé telles que les PCV et les dioxines peuvent aussi être éliminées, (le cas échéant). Les composés inorganiques ne s'éliminent pas facilement avec ce type de procédé, bien que certains métaux relativement volatils tels que le mercure puissent être volatilisés. Les températures atteintes dans les désorbeurs thermiques n'oxydent généralement pas les métaux.

### Description du procédé

Après excavation du sol contaminé, les déchets sont criblés pour éliminer les objets dont le diamètre est supérieur à 4 à 8 cm. La vaporisation des composés organiques s'effectue par échange de chaleur direct ou indirect et produit des fumées qui sont généralement traitées avant d'être évacuées à l'air libre. En règle générale, l'un de ces quatre modèles de désorbeur est utilisé : sécheur rotatif, sécheur d'agrégats des usines d'asphalte, vis thermique et four à bande transporteuse. Les systèmes de traitement comprennent à la fois des unités de désorption mobiles et fixes, qui sont conçues spécialement pour décontaminer les sols, et des sécheurs d'agrégats des usines d'asphalte qui peuvent être adaptés au traitement des sols. Les systèmes mobiles sont utilisés le plus souvent, car ils permettent de réduire les coûts liés au transport du sol et de remettre en place le sol traité. Toutefois, des systèmes fixes sont également disponibles et il leur est possible de fournir des services régionaux. Les gaz désorbés peuvent être incinérés.

### Utilisateurs

Sols contaminés et asphalte contenant des goudrons et des déchets similaires.

## 2.3.3.10 Extraction à la vapeur

### Objectif

L'extraction à la vapeur s'applique au traitement des déchets solides, par exemple du sol contaminé excavé, contenant des hydrocarbures volatils.

### Principe de fonctionnement

En termes généraux, l'extraction à la vapeur élimine les constituants organiques volatils contenus dans les déchets contaminés en créant sous la surface du sol une circulation d'air suffisante pour éliminer les contaminants de la zone vadose (zone non saturée) par volatilisation. Au fur et à mesure de leur élimination, les vapeurs de contaminants peuvent être purgées directement dans l'air ou contrôlées d'un certain nombre de manières.

### Flux entrants et sortants

L'extraction à la vapeur a été largement utilisée pour traiter le sol excavé contaminé avec de l'essence ou des solvants chlorés (par ex. les TCE). Elle s'utilise parfois aussi pour minimiser la migration des vapeurs dans les constructions ou les zones résidentielles lors d'une quelconque autre remédiation in-situ non couverte dans le présent document.

Les écoulements accidentels ou les fuites de combustibles concernent généralement des liquides contenant des douzaines de constituants différents. Pour une élimination efficace grâce à ce traitement, les contaminants doivent généralement avoir des pressions de vapeur supérieures à 1,0 mm Hg à -7 °C. L'élimination complète des contaminants n'est pas toujours possible avec cette seule technique.

### **Description du procédé**

Le succès du traitement pour une application donnée dépend de nombreux facteurs, les deux critères clés étant : la nature de la contamination et la nature des déchets (par ex. du sol). La tendance des contaminants organiques à se séparer dans l'eau ou à être adsorbés sur des particules du sol a également une incidence sur l'efficacité du traitement : par conséquent, la solubilité des composés dans l'eau, la constante de la loi de Henry et le coefficient de sorption pour les déchets solides revêtent un grand intérêt. La température a une incidence sur chacune de ces variables et par conséquent, sur le taux de diffusion de la vapeur et sur le transport. L'augmentation de la température est une option couramment prise en considération pour amplifier les performances du traitement. Les déchets solides peuvent être chauffés de l'une des trois manières suivantes : 1) introduction d'air ou de vapeur chaude, 2) injection d'une énergie électromagnétique dans les déchets, ou 3) libération de chaleur par l'intermédiaire d'une réaction chimique. L'utilisation d'air chaud ou de vapeur semble être l'approche la plus courante.

Les systèmes types comprennent, l'extraction, la surveillance, l'injection d'air, des pompes à vide, des dispositifs de traitement à la vapeur, des séparateurs vapeur/liquide et des dispositifs de traitement en phase liquide.

### **Utilisateurs**

L'extraction à la vapeur est utilisée avec succès depuis plusieurs années en tant que traitement combiné à deux phases à la fois pour les eaux souterraines et pour le sol contaminé, et son utilisation est en plein essor. Bien que ce traitement puisse être appliqué à un large éventail de types de sols, son efficacité dépend néanmoins de la capacité de l'air à circuler à travers le sol.

## **2.3.3.11 Extraction au solvant**

### **Objectif**

L'extraction au solvant s'avère beaucoup plus efficace pour traiter des composés organiques que des composés inorganiques et des métaux. Elle s'utilise parfois conjointement à d'autres procédés pour réduire les coûts de la remédiation.

### **Principe de fonctionnement**

L'extraction au solvant diffère du lavage des sols en ce qu'elle utilise des solvants organiques (par exemple propane, butane, dioxyde de carbone, amines aliphatiques (par ex. triéthylamine)) plutôt que des solutions aqueuses afin d'extraire les contaminants du sol. A l'instar du lavage des sols, il s'agit d'un procédé de séparation qui ne détruit pas les contaminants. Il fonctionne dans la mesure où les contaminants ont une solubilité plus grande dans le solvant que dans le sol.

### **Flux entrants et sortants**

Les sédiments, les boues d'épuration et les sols contaminés par des composés organiques volatils (COV), les déchets du pétrole, les PCB et les solvants halogénés peuvent être traités efficacement au moyen d'une extraction au solvant. L'élimination des composés inorganiques tels que les acides, les bases, les sels et les métaux lourds est limitée, mais ces types de composés n'entravent généralement pas le procédé de remédiation. Les métaux peuvent subir une modification chimique et avoir une forme moins toxique ou moins lixiviable : toutefois, leur présence dans les flux de déchets risque néanmoins de restreindre les options d'élimination et de recyclage possibles.

Bien que ces procédés de séparation soient plus efficaces pour traiter des sols contaminés par des hydrocarbures du pétrole, ils sont généralement employés pour traiter des sols contenant des métaux ou des composés organiques lourds.

Les contaminants concentrés peuvent être analysés et dirigés en conséquence vers un traitement supplémentaire, un recyclage ou un réemploi avant élimination. Si l'extraction au solvant améliore parfois la condition des solides, il est néanmoins souvent nécessaire de les soumettre à une déshydratation, à un traitement d'élimination des composés organiques résiduels, à une séparation supplémentaire, une stabilisation ou autre traitement. L'eau provenant du procédé de déshydratation, les solides ainsi que l'eau provenant de l'extracteur doivent être analysés pour faciliter le choix du traitement et de l'élimination les plus appropriés.

### **Description du procédé**

Le procédé de remédiation commence par une excavation du sol contaminé suivie d'un criblage afin d'éliminer les objets les plus gros. Dans certains cas, on ajoute un solvant ou de l'eau aux déchets afin de faciliter leur pompage vers l'unité d'extraction. Dans l'extracteur, le solvant est ajouté et mélangé aux déchets afin de favoriser la dissolution des contaminants dans le solvant. Un test en laboratoire peut déterminer quel solvant sépare de manière adéquate les contaminants du sol. En règle générale, le solvant a une pression de vapeur plus élevée que les contaminants (c'est-à-dire un point d'ébullition bas), de sorte que, moyennant un changement approprié de pression ou de température, il peut être séparé des contaminants, comprimé et recyclé vers l'extracteur.

### **Utilisateurs**

Traitement du sol contaminé.

### **2.3.3.12 Excavation et élimination du sol contaminé**

#### **Objectif**

Les activités d'excavation peuvent être réalisées de manière isolée mais elles sont également réalisées, en tant que parties des procédés de traitement sur site comme l'incinération, la désorption thermique, le biotraitement ex-situ et certains traitements chimiques.

#### **Principe de fonctionnement**

Si l'élimination du sol contaminé est le remède choisi, le sol contaminé est généralement transporté hors du site en vue de son élimination dans une décharge.

#### **Flux entrants et sortants**

Sols contaminés et sol décontaminé

### **Description du procédé**

Utilisation d'engins de génie civil classiques.

### **Utilisateurs**

L'excavation et l'élimination des sols contaminés par des hydrocarbures constituent une pratique courante.

### **2.3.3.13 Lavage des sols**

#### **Objectif**

Le lavage des sols permet de séparer les fractions décontaminées et les polluants.

#### **Principe de fonctionnement**

Le lavage des sols est un procédé ex-situ dans lequel le sol contaminé est excavé et alimente un procédé de lavage à base d'eau. Il fonctionne sur le principe selon lequel les contaminants sont associés à des fractions de particules du sol d'une certaine taille et que ces contaminants

peuvent être dissous ou mis en suspension dans une solution aqueuse ou éliminés en séparant les particules d'argile et de limon du reste du sol. Des additifs tels que des agents tensioactifs ou des agents chélatants sont parfois utilisés pour améliorer l'efficacité de la séparation (le traitement faisant appel à des additifs est parfois dénommé extraction chimique). La solution aqueuse contenant les contaminants est traitée par des procédés d'épuration des eaux résiduelles classiques.

Le procédé est un procédé à base d'eau et élimine les contaminants contenus dans les sols selon l'une des deux manières suivantes :

- a. dissolution ou mise en suspension des contaminants dans la solution de lavage (qui est ensuite traitée par des procédés d'épuration des eaux résiduelles classiques)
- b. concentration des contaminants en un volume de sol plus petit par le biais de la séparation granulométrique, de la séparation par gravité et d'un lavage par attrition (similaire aux techniques mises en œuvre dans l'industrie minière).

Le concept de la réduction de la contamination des sols par séparation granulométrique repose sur la découverte selon laquelle la plupart des contaminants organiques et inorganiques tendent à se lier, chimiquement ou physiquement, à l'argile, au limon et aux particules organiques du sol. Le limon et l'argile sont fixés au sable et aux particules de graviers par des procédés physiques, essentiellement par compactage et par adhésivité. Les procédés de lavage qui séparent les fines (c'est-à-dire l'argile et le limon) des particules de sol plus grossières (c'est-à-dire du sable et des graviers) séparent efficacement les contaminants et concentrent en un volume de sol réduit qu'il est plus facile de traiter ou d'éliminer par la suite.

### **Flux entrants et sortants**

Le lavage des sols est efficace pour un large éventail de contaminants organiques et inorganiques, incluant les résidus du pétrole et des combustibles. L'efficacité d'élimination est de 90 à 99 % pour les composés organiques volatils (COV) et de 40 à 90 % pour les composés semi-volatils. L'adjonction d'acides ou d'agents chélatants s'avère parfois nécessaire pour faciliter l'élimination des composés ayant une faible solubilité dans l'eau tels que les métaux, les pesticides ou les PCB. Certains projets à échelle pilote centrés sur le traitement de la pollution par des radionucléides ont été rapportés. Le procédé de lavage est également applicable au sable et aux graviers contaminés provenant des déchets de construction et de démolition.

Alors que ces procédés de séparation sont plus efficaces pour traiter des sols contaminés par des hydrocarbures du pétrole, ils sont généralement employés pour traiter des sols contaminés par des métaux ou des composés organiques lourds.

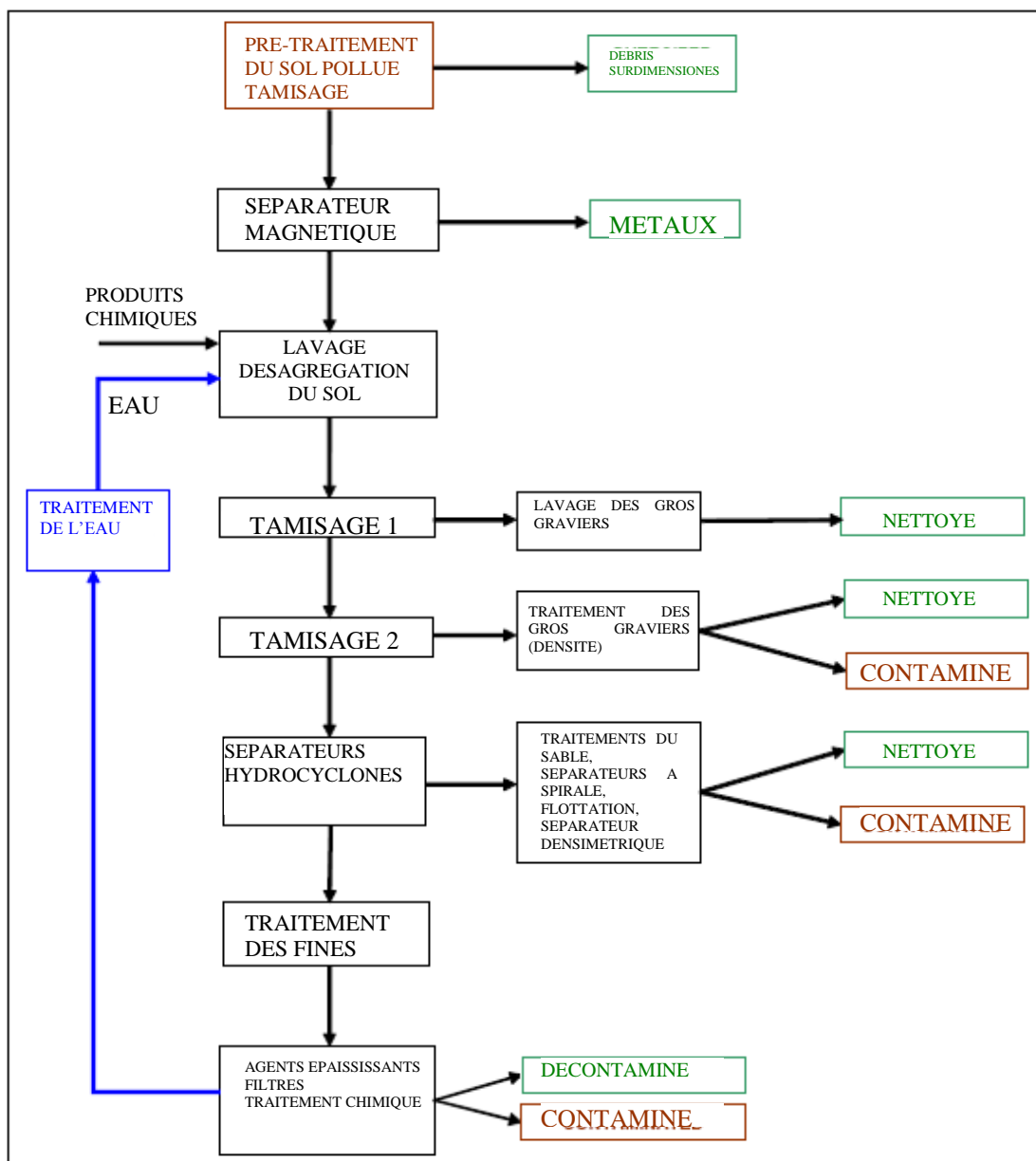
Le lavage des sols peut être efficace pour la remédiation des sols avec une petite quantité d'argile et de limon, mais la présence de particules d'argile et de limon en grande quantité limite son efficacité.

### **Description du procédé**

L'excavation et l'élimination des débris et des gros objets précèdent le procédé de lavage des sols. On ajoute parfois de l'eau au sol afin de former une boue pouvant être pompée. Après avoir été préparé en vue du lavage, le sol est mélangé avec l'eau de lavage et des agents d'extraction sont parfois ajoutés.

Après avoir été séparé de l'eau de lavage, le sol est rincé avec de l'eau propre et peut être renvoyé sur le site. Les particules de sol mises en suspension sont éliminées par gravité de l'eau de lavage sous forme de boue d'épuration. Quelques fois la floculation facilite l'élimination des boues. Cette boue est plus fortement contaminée que le sol d'origine et subit un autre traitement ou une élimination en toute sécurité. L'eau de lavage consommée à partir de laquelle on procède à l'élimination de la boue est traitée et recyclée. Les solides résiduels du procédé de recyclage nécessitent parfois un autre traitement.

La Figure 2.10 présente un schéma de principe général d'une station de lavage des sols.



**Figure 2.10 : Schéma de principe général d'une station de lavage des sols**  
[123, Perseo, 2003]

En règle générale, le lavage du sol sépare le sol en un volume réduit de limon et d'argile fortement contaminés et en un volume plus important de sol grossier nettoyé.

Les méthodes de séparation physique sont des procédés mécaniques visant à séparer les mélanges de solides pour obtenir une forme concentrée de certains constituants. La séparation physique comprend le criblage, le lavage par attrition, ou encore l'utilisation de séparateurs hydrogravimétriques tels que les hydrocyclones, les bacs à piston, les séparateurs à spirale. En outre, dans la majorité des cas, les procédés utilisent des agents chimiques à base d'eau, qui assurent à la fois la dispersion et l'extraction. Dans certains cas, des produits chimiques (dispersants, collecteurs, agents moussants, etc.) sont introduits pour améliorer la qualité de la séparation.

### Utilisateurs

La technique de lavage du sol est très bien établie aux Pays-Bas, en Allemagne et en Belgique, en raison de la structure sablonneuse des sols de ces régions. En 2003, on comptait huit usines



opérationnelles aux Pays-Bas, six en Allemagne et six en Belgique. Cette technologie commence à gagner du terrain en Suisse et dans le Nord de l'Italie. La plupart de ces usines ont une capacité de 30 - 60 tonnes par heure. En outre, de nombreux projets de remédiation sur site ont été exécutés avec des stations mobiles dont les capacités sont habituellement plus réduites (de 10 à 30 tonnes par heure).

#### **2.3.3.14 Traitement de l'amiante**

Les déchets contaminés par l'amiante sont, en fait, mis en décharge dans l'Union européenne ; toutefois, on voit apparaître de nouvelles techniques visant à les traiter avant leur mise en décharge.

#### **2.3.3.15 Traitement des cendres lourdes**

##### **Objectif**

Ce traitement améliore la qualité des cendres lourdes/scories et par conséquent, augmente les possibilités de les voir utilisés comme matériaux de construction.

De bonnes installations de traitement des cendres lourdes peuvent produire une matière de bonne qualité, principalement des déchets métalliques et des fractions minérales. La quantité de résidus résultant de ce traitement est de l'ordre de 1 à 5 %. Les résidus sont renvoyés à l'incinération. En outre, la quantité de métaux lourds, par exemple d'arsenic (sel) émise dans l'environnement est réduite. En conséquence, le traitement des cendres lourdes réduit ainsi la masse de déchets à mettre en décharge.

##### **Principe de fonctionnement**

Il existe deux types d'usines de traitement des cendres lourdes : celles mettant en jeu un procédé par voie humide et celles mettant en jeu un procédé par voie sèche.

##### **Flux entrant et sortant**

Cendres lourdes provenant de l'incinération et des autres procédés de combustion.

##### **Description du procédé**

Les points suivants décrivent quelques mesures d'ordre général que l'on peut appliquer pour améliorer la qualité des scories appelées à être réutilisées après leur régénération (c'est-à-dire après incinération et après séchage). La liste n'implique aucun ordre particulier :

- séparer les cendres lourdes des autres produits de la combustion, telles que les poussières des filtres et des chaudières, en vue de réduire les risques de lixiviation des déchets (par ex. pour réduire la lixiviation des métaux lourds)
- éviter de mélanger les cendres lourdes provenant de sources différentes
- retirer en partie les matières organiques dont l'incinération n'a pas été complète. Ensuite, incinérer les matières organiques ainsi retirées. Il est d'usage de procéder ainsi quand les déchets SORTANTS sont utilisés comme matériau de construction.
- déshydrater les cendres lourdes (elles sont couramment mises à sécher en les stockant durant 2 à 4 semaines) ; ce procédé requiert un socle en dur (par ex. une dalle en béton) et un système de collecte des effluents.
- utiliser un procédé de lavage préliminaire afin de réduire la fraction des cendres lourdes qui se dissout facilement dans l'eau
- séparer la fraction des déchets métalliques des cendres lourdes
- classer et exclure des cendres lourdes, la fraction de fines (la fraction de fines est la fraction la plus problématique à l'égard de l'environnement car elle s'infiltre facilement). Le fait d'exclure des cendres lourdes la fraction de fines revient à augmenter la quantité de produits mis en décharge car il n'existe pas de véritables alternatives pour cette fraction.



- permettre la maturation des cendres lourdes afin d'en améliorer la consistance et de réduire les effets indésirables de la lixiviation. On peut améliorer la qualité des cendres lourdes grâce à un système de ventilation et en installant un système de circulation d'eau.
- analyser l'éluat et les solides pour évaluer les possibilités de valorisation des matières.

Le procédé de maturation implique la présence d'une dalle en dur et d'un système de collecte des effluents. Le temps de maturation est généralement de 3 mois. Des changements particuliers au niveau de la température indiquent que le procédé de maturation est achevé. Le tamisage, la séparation et la préparation par voie sèche des cendres lourdes sont des étapes importantes si l'on parvient à un bon résultat.

On peut envisager deux types d'analyses des cendres lourdes. La première méthode consiste à analyser les composés mobiles disponibles (analyse de l'éluat, c'est-à-dire du lixiviat) de la fraction de cendres lourdes. La seconde méthode consiste à analyser l'ensemble des composés des cendres lourdes (analyse des solides). Il est d'usage d'avoir recours parallèlement aux deux méthodes pour déterminer les effets des cendres lourdes sur l'environnement. Cependant, l'analyse de l'éluat est plus importante car elle donne une idée des possibilités de valorisation des matières.

### Utilisateurs

Certaines autorités considèrent ces techniques comme une étape importante vers la réduction de l'utilisation des décharges. La quantité de cendres lourdes provenant des procédés d'incinération ira en augmentant, car on aura probablement de plus en plus recours à l'incinération des déchets en Europe. Non seulement la réduction du volume de déchets à éliminer constitue un avantage pour l'environnement, mais elle amène également à prendre en compte la réutilisation de la fraction des déchets métalliques.

Le procédé par voie humide présente des avantages en ce qui concerne la lixiviation des sels de chlore et du cuivre final, bien que son emploi ne soit pas obligatoire pour obtenir une qualité de cendres lourdes qui permet de les réemployer comme matériaux de construction (comme c'est le cas aux Pays-Bas et en Allemagne)

### 2.3.4 Opérations unitaires utilisées dans le traitement physico-chimique des déchets solides et des boues

Cette section comporte les techniques de traitement physico-chimique utilisées dans le secteur du traitement des déchets. Il s'agit principalement d'opérations unitaires. Elles sont présentées dans le Tableau 2.9 avec leur objectif, principe de fonctionnement et principaux utilisateurs.

Technique	Objectif et principe de fonctionnement	Utilisateurs
Adsorption	Voir Tableau 2.8	
Centrifugation	Voir Tableau 2.8	S'applique aux déchets liquides. La centrifugation s'utilise habituellement conjointement à la récupération de la phase organique.
Décantation	Le principe de l'opération repose sur la différence de densité des différents composants à séparer	S'applique aux déchets liquides (par ex. séparation de deux liquides non miscibles ; récupération des couches liquides après séparation des solides en suspension ou des floccs biologiques/chimiques).
Séchage	Séchage thermique comme l'évaporation	S'applique aux sols contaminés, et aux boues d'épuration.
Extraction	Voir Tableau 2.8	
Filtration	Voir Tableau 2.8	
Flottation	Voir Tableau 2.8	La flottation s'utilise sur les déchets liquides lorsque la décantation par

Technique	Objectif et principe de fonctionnement	Utilisateurs
		<p>gravité n'est pas appropriée, dès lors que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la différence de densité entre les particules en suspension et l'eau est trop faible.</li> <li>il existe une contrainte d'espace au niveau du site.</li> <li>les déchets contiennent de l'huile ou des graisses qu'il faut éliminer avant le traitement.</li> <li>la récupération des boues d'épuration s'impose.</li> </ul>
Récupération des métaux		
Procédés de séparation des huiles	Voir Tableau 2.8	Séparation par gravité des huiles solubles et des mélanges huile/eau.
Oxydation	Voir Tableau 2.8	<p>L'oxydation chimique des déchets est une technologie bien établie, capable de détruire une grande variété de molécules organiques, notamment les carbones organiques chlorés, les COV, les mercaptans, les phénols, et des substances inorganiques tel que le cyanure. Les agents oxydants les plus couramment utilisés dans les traitements des déchets dangereux sont l'ozone, le peroxyde d'hydrogène, et le chlore. Les rayonnements ultraviolets (UV) ajoutés conjointement à l'ozone et/ou au peroxyde d'hydrogène servent habituellement à accélérer l'oxydation des COV chlorés. Il s'agit d'une opération de pré-traitement très courante dans de nombreuses unités, pour laquelle il existe une grande diversité de technologies .</p>
Lavage	Dépoussiérage	
Sédimentation (Décantation)	Voir Tableau 2.8	S'applique aux déchets liquides. En règle générale, les eaux usées libérées lors d'une phase de décantation contiennent environ 1 % d'éléments solides secs.
Stripping	Voir Tableau 2.8	<p><i>Le stripping à l'air</i> constitue l'un des procédés les plus couramment utilisés pour la séparation des eaux résiduaires contaminées par des COV tels que les solvants. Il permet d'éliminer les hydrocarbures halogénés ou non halogénés, d'une solution aqueuse diluée. Les solutions présentant une teneur élevée en ammoniacale peuvent également subir ce traitement afin d'avoir une concentration d'ammoniacale réduite.</p> <p><i>Le stripping à la vapeur</i> sert à éliminer les composants volatils et parfois semi-volatils des eaux résiduaires.</p>
Traitements supercritiques	Extraction et/ou oxydation des	Traitement des POP

Technique	Objectif et principe de fonctionnement	Utilisateurs
	polluants contenus dans les eaux contaminées ou les sédiments. Les fluides supercritiques (par ex. dioxyde de carbone, eau, ammoniacque, cyclohexane) sont des matières à température et pression élevées dont les propriétés se situent entre celles d'un gaz et celles d'un liquide. Dans l'extraction, les substances organiques contenues dans les sols, les sédiments, ou l'eau, sont dissoutes dans le fluide dans des conditions de température et de pression élevées puis libérées à des températures et pressions plus basses. Dans l'oxydation à l'eau supercritique, l'air et l'eau contaminée sont amenés au-delà du point critique de l'eau, c'est alors qu'a lieu l'oxydation rapide et totale des composés organiques.	
Pré-traitement avec des produits chimiques réactifs dans l'eau	Ces éléments sont lavés dans une solution caustique et les liqueurs traitées et les liqueurs de lavage sont traitées dans la station principale.	Pré-traitement des matières telles que le chlorure de thionyle, le chlorure d'acétyle et le tétrachlorure à l'eau pour libérer les gaz acides.
* Les traitements thermiques couverts sont ceux qui ne sont pas inclus dans le BREF sur l'incinération des déchets (WI)		

**Tableau 2.9 : Opérations unitaires courantes utilisées dans les traitements physico-chimiques**  
[53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [150, TWG, 2004]

### 2.3.5 Traitements physico-chimiques des autres déchets

#### Traitement physico-chimique des déchets contenant des POP

Il a été identifié trois procédés de destruction et de transformation irréversible des POP contenus dans les déchets [154, UNEP, 2004]. L'une d'elles est l'incinération sur terre (couvert non pas par le présent document mais par le BREF d'incinération de déchets qui couvre également les techniques plasma), l'autre est le recours aux déchets comme combustible (ex. co-incinération dans des fours en ciment, non couvert par le présent document) et enfin, le traitement physico-chimique des déchets. Cette partie porte sur les traitements physico-chimiques liés à des types très spécifiques de déchets (ex. les déchets qui contiennent de PCB, des dioxines, des furannes) dont le Tableau 2.10 ci-dessous donne une récapitulation.

Technique	Principe de fonctionnement	Flux entrants et sortants	Description du procédé
Déchloration avec des alcalins métalliques	Réaction des métaux alcalins avec des atomes de chlore contenus dans les composés chlorés	Déchets ENTRANTS : huiles contenant des PCB  Déchets SORTANTS : composés organiques (huile susceptible d'être réutilisée) et sel	La dispersion s'effectue à une température supérieure à celle du point de fusion du sodium, c'est-à-dire 98 °C. La surface métallique étant liquide, elle peut être renouvelée en permanence. De cette manière, il est possible d'atteindre une vitesse de réaction raisonnable, ce qui diminue les coûts du

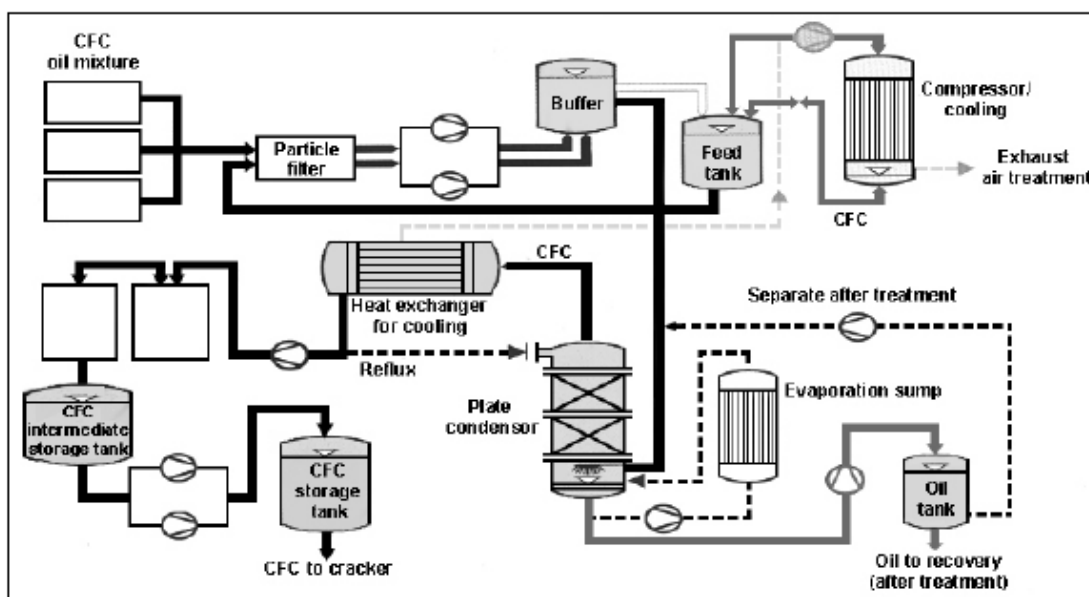
Technique	Principe de fonctionnement	Flux entrants et sortants	Description du procédé
			procédé de décontamination. Le procédé doit éviter la formation de polymère (que l'on a constatée dans une ou deux des technologies identifiées), ou doit tenir compte de la formation de ce solide et introduire une étape de séparation afin de produire l'huile pure réutilisable.
Hydrogénation des POP	L'hydrogène réagit avec les composés organiques chlorés ou avec les contaminants organiques non chlorés, tels que les HAP à des températures élevées.	<p>Déchets ENTRANTS : fluides de transformateur ; solides en vrac contenant des PCB, incluant les condensateurs électriques ; et mélanges à teneur élevée en pesticides de type DDT.</p> <p>Déchets SORTANTS : principalement du méthane et du chlorure d'hydrogène pour les PCB, et du méthane avec des quantités mineures d'hydrocarbures légers pour les HAP.</p>	Procédé type utilisé dans les raffineries d'huiles minérales et réalisé à des températures égales ou supérieures à 850 °C. Cette technique permet de convertir approximativement 40 % du méthane produit en hydrogène, par le biais de la conversion de l'eau, le reliquat étant converti en hydrogène dans le vaporeformeur. De cette manière, le procédé peut fonctionner sans apport extérieur d'hydrogène. Pour les déchets à concentration élevée, le procédé produit un excès de méthane. Il aspire de l'air de combustion extérieur au site ou l'air ambiant du site après filtration sur charbon actif, pour le procédé de combustion.
Procédé à électrons solvatés	Les électrons libres contenus dans une solution d'électrons solvatés convertissent les contaminants en substances relativement inoffensives et en sels.	<p>Déchets ENTRANTS : composés organiques halogénés, incluant des PCB, des dioxines, des pesticides, des chlorofluorocarbures (CFC) et des produits de guerre chimique.</p> <p>Déchets SORTANTS : les sols décontaminés sont réputés aptes à être remis en place sur le site. Ils peuvent bénéficier d'un enrichissement en azote provenant des quantités traces d'ammoniaque résiduelle.</p>	Cette technique utilise des alcalins ou des métaux alcalino-terreux dissous dans un solvant tel que l'ammoniaque, ou certaines amines ou éthers pour produire une solution qui contient des électrons libres et des cations métalliques. L'efficacité de destruction varie de 86 à 100%. Le chlore et d'autres halogènes sont retirés sélectivement des halogénures organiques par les électrons libres et

Technique	Principe de fonctionnement	Flux entrants et sortants	Description du procédé
			capturés par les cations métalliques, pour former des sels (par ex. $\text{CaCl}_2$ ). Une molécule PCB peut, par exemple, être convertie en biphenyle dans le cadre d'une réaction rapide à température ambiante.
Oxydation à l'eau supercritique	Technique à température et pression élevées utilisant les propriétés de l'eau supercritique pour la destruction des POP.	<p>Déchets ENTRANTS : déchets contenant des composés organiques et déchets toxiques.</p> <p>Déchets SORTANTS : dioxyde de carbone ; hydrogène en eau ; atomes de chlore dérivés des composés organiques chlorés en ions chlorure ; composés nitreux en nitrate ; soufre en sulfates ; et phosphore en phosphate.</p>	Conditions supercritiques
Remarque : Il existe d'autres traitements pour les déchets contaminés par les POP mais ils n'entrent pas dans le champ d'application du présent document. Au nombre de ceux identifiés figurent la co-incinération dans des fours à ciment, l'incinération des déchets dangereux, les traitements à plasma			

**Tableau 2.10 : Quelques traitements spécifiques des déchets contenant des PCB et/ou des POP**  
[100, UNEP, 2000], [154, UNEP, 2004]

### Traitements physico-chimiques des CFC

Ces procédés ont pour objectif de traiter les déchets pour transformer les CFC en acide chlorhydrique et en acide fluorhydrique. La Figure 2.11 présente un exemple d'usine de traitement physico-chimique des CFC.



CFC oil mixture	Mélange huile CFC
Particle filter	Filtre à particules
Buffer	Cuve tampon
Feed tank	Cuve d'alimentation

Compressor/cooling	Compresseur/ Refroidissement
Exhaust air treatment	Traitement des émissions dans l'air
Heat exchanger for cooling	Echangeur de chaleur pour refroidissement
Separate after treatment	Séparation après traitement
Reflux	Reflux
CFC intermediate storage tank	Cuve de stockage intermédiaire des CFC
CFC storage tank	Cuve de stockage des CFC
Plate condensor	Condensateur à plateaux
Evaporation sump	Puisard d'évaporation
oil tank	Cuve d'huile
oil to recovery (after treatment)	Huile pour valorisation (après traitement)
CFC to cracker	CFC destinés au craquage

**Figure 2.11 : Traitement des CFC pour générer de l'acide chlorhydrique et de l'acide fluorhydrique**  
[150, TWG, 2004]

### Traitement physico-chimique des déchets contenant du mercure

#### Objectif

Traiter les déchets pour séparer le mercure

#### Principe de fonctionnement

Dans le procédé de distillation sous vide, les déchets contenant du mercure subissent une évaporation sous vide à des températures approximatives de 300 à 650 °C. Les composants liquides (par ex. mercure, eau et huile) des déchets sont distillés et condensés. La séparation entre le mercure et le distillat s'opère pendant la condensation. Le mercure métal est collecté et peut être raffiné.

Le mercure est recyclé comme matière première secondaire.

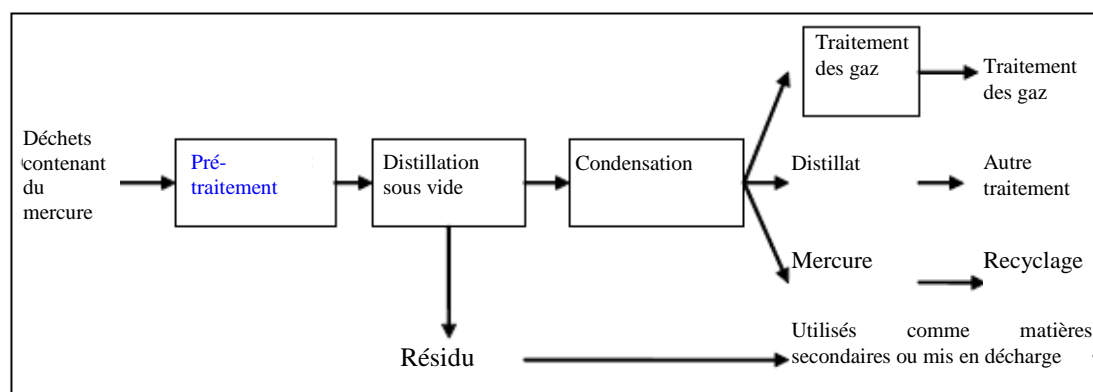
#### Flux entrants et sortants

Boues contenant du mercure qui proviennent de l'industrie du gaz et du pétrole, batteries, catalyseurs, filtres à charbon actif, thermomètres, déchets provenant du secteur dentaire, tubes fluorescents, grenailles de décapage et sol.

La destination des résidus contenus dans la cuve sous vide dépend des déchets traités. Ceux-ci peuvent servir de matières premières secondaires (par ex. dans le cas des batteries) ou être envoyés à la décharge (par ex. dans le cas des boues contenant du mercure)

#### Description du procédé

La Figure 2.12 représente ce procédé.



**Figure 2.12 : Distillation sous vide des déchets contenant du mercure**  
[156, VROM, 2004]

## 2.4 Traitements appliqués principalement à la valorisation des matières contenues dans les déchets

Cette section comprend les traitements et procédés qui visent principalement à valoriser les matières ou des parties de matières contenues dans les déchets. Habituellement, ces procédés dépendent largement du type de déchets traité et des matières que l'on recherche ou que l'on a besoin de produire. Les matières ainsi obtenues sont des matières qui peuvent être réutilisées pour le même but (par ex. les huiles de lubrification) ou des matières récupérées à des fins autres qu'énergétiques (par ex. récupération des métaux provenant des catalyseurs). La section 2.5 est consacrée aux matières traitées qui sont destinées à servir de combustible.

Le terme « régénération » est employé dans le présent document pour décrire ces traitements, excepté pour la régénération des huiles usagées, auquel cas on parle de « re-raffinage ». Cette précision ne vise pas à donner une quelconque définition. Il s'agit d'une simple convention destinée à faciliter la lecture du document.

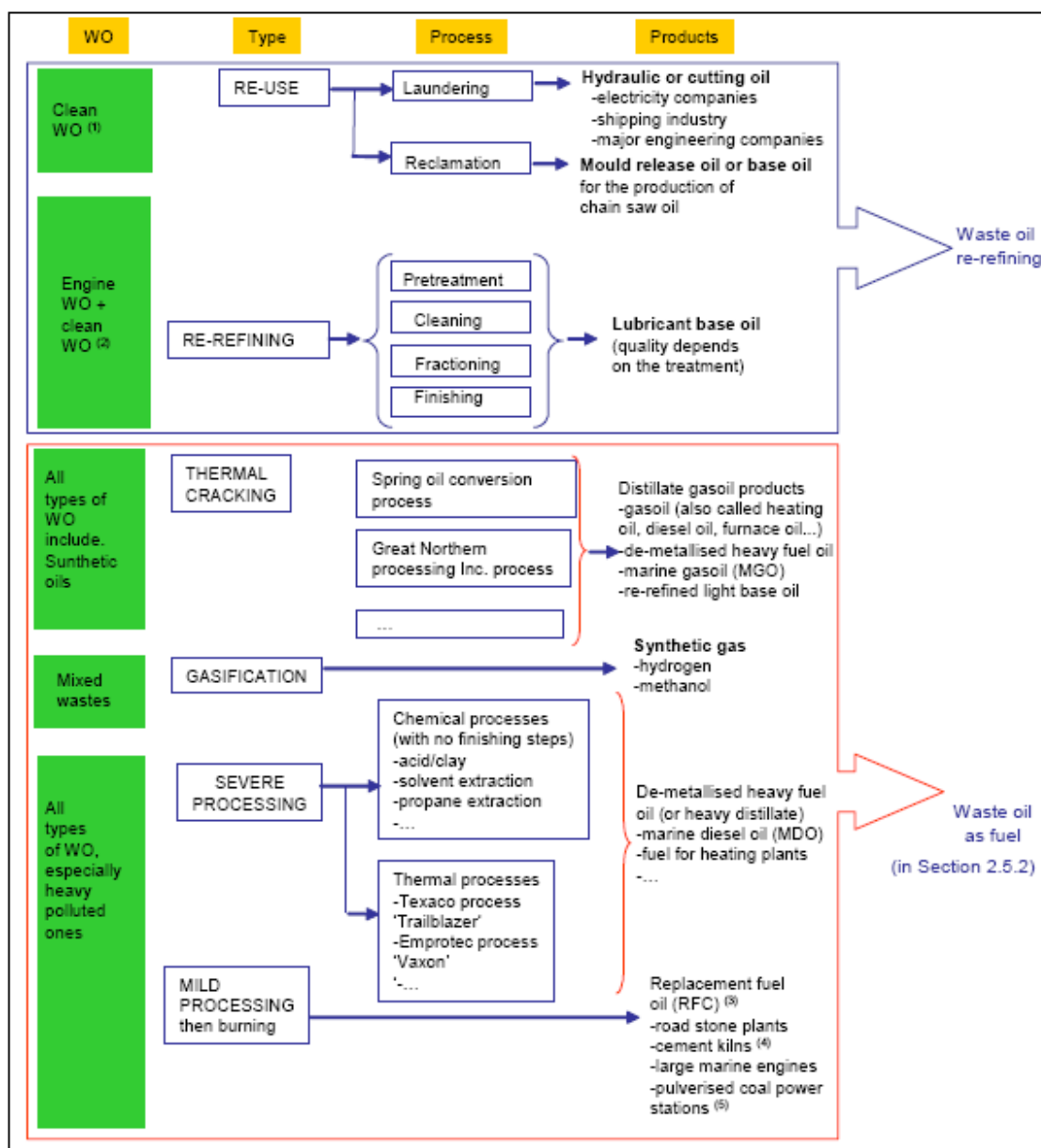
### 2.4.1 Re-raffinage des huiles usagées

[5, Concawe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [96, Straetmans, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

Il existe deux options principales de traitement des huiles usagées. La première consiste à traiter les huiles usagées dans le but de produire une matière qui servira principalement de combustible ou qui servira à d'autres usages (par ex. absorbants, huiles de démoulage, huile de flottation). Dans cette catégorie figurent, par exemple, les traitements tels que le nettoyage des huiles usagées, le craquage thermique et la gazéification, qui sont présentés dans la Section 2.5.2.4. La seconde option, dénommée « re-raffinage », dans le présent document, consiste à traiter les huiles usagées pour les reconvertir en une matière susceptible de servir d'huile de base dans la fabrication des lubrifiants. Cette section présente en détail les différents traitements appliqués aux huiles usagées en vue de les nettoyer et de les re-raffiner. Ainsi qu'il est spécifié pour l'ensemble du présent document, ce classement a été adopté pour ce BREF et ne saurait constituer une quelconque tentative pour définir l'un quelconque des codes « R » (valorisation) de la législation communautaire sur les déchets.

Il y a de nos jours, en Europe, de nombreux procédés de traitement (existant ou en cours de création). La Figure 2.13 présente les plus significatifs d'entre eux et donne par ailleurs un aperçu de la façon dont ces traitements ont été intégrés au présent document





<b>WO</b>	Huile usagée
<b>Type</b>	Type
<b>Process</b>	Procédé
<b>Products</b>	Produits
<b>Clean WO <sup>(1)</sup></b>	Huiles usagées nettoyées <sup>(1)</sup>
<b>Engine WO+clean WO <sup>(2)</sup></b>	Huiles usagées pour moteur + huiles usagées nettoyées <sup>(2)</sup>
<b>RE-USE</b>	RE-EMPLOI
<b>Laundering</b>	Blanchissage
<b>Hydraulic or cutting oil</b> -electricity companies -shipping industry -major engineering companies	<b>Huile hydraulique ou huile de coupe</b> - Compagnie d'électricité - Industrie du transport - Grandes sociétés d'ingénierie
<b>Mould release oil or base oil</b> for the production of chain saw oil	<b>Huile de démoulage ou huile de base</b> pour la production des huiles pour tronçonneuse à chaîne
<b>Reclamation</b>	Récupération
<b>RE-REFINING</b>	RE-RAFFINAGE
<b>Pretreatment</b>	Pré-traitement
<b>Cleaning</b>	Nettoyage
<b>Fractioning</b>	Fractionnement

Finishing	Finissage
<b>Lubricant base oil</b> (quality depends on the treatment)	<b>Huile de base pour lubrifiant</b> (sa qualité dépend du traitement)
<b>Waste oil re-refining</b>	Re-raffinage des huiles usagées
All types of WO include. Synthetic oils	Tous types d'huiles usagées y compris huiles de synthèse
THERMAL CRACKING	CRAQUAGE THERMIQUE
Spring oil conversion process	Procédé de conversion « Spring Oil Conversion »
Great Northern processing Inc. Process	Procédé de Great Northern processing Inc.
...	
Distillate gasoil products -gasoil (also called heating oil, diesel oil, furnace oil...) -de-metallised heavy fuel oil -marine gasoil (MGO) -re-refined light base oil	Mazouts de type distillat - Gasoil (aussi appelé mazout domestique, carburant diesel, huile à fourneau, mazout léger...) - Mazout lourd démétaillé - Gasoil marin (MGO) - Huile de base légère re-raffinée
Mixed wastes	Déchets mélangés
GASIFICATION	GAZEIFICATION
<b>Synthetic gas</b> -hydrogen -methanol	<b>Gaz de synthèse</b> - Hydrogène - Méthanol
All types of WO, especially heavy polluted ones	Tous types d'huiles usagées, en particulier les huiles fortement polluées
SEVERE PROCESSING	TRAITEMENT INTENSE
Chemical processes (with no finishing steps) -acid/clay -solvent extraction -propane extraction -...	Procédés chimiques (sans étape de finissage) - acide/ argile - Extraction au solvant - Extraction au propane - ...
Thermal processes -Texaco process ‘Trailblazer’ -Emprotec process ‘Vaxon’ ‘-...	Procédés thermiques - Procédé Texaco « Trailblazer » - Procédé Emprotec « Vaxon » - ...
De-metallised heavy fuel oil (or heavy distillate) -marine diesel oil (MDO) -fuel for heating plants -...	Mazout lourd démétaillé (ou distillat lourd) - Carburant diesel marin (MDO) - Combustible pour centrales calogènes - ...
MILD PROCESSING then burning	TRAITEMENT LEGER puis combustion
Replacement fuel oil (RFC) (3) -road stone plants -cement kilns (4) -large marine engines -pulverised coal power stations (5)	Combustible de remplacement (RFC) (3) - Usines de cailloutis et graviers (construction des routes) - Fours à ciment (4) - Gros moteurs marins - Centrales à charbon pulvérisé (5)
Waste oil as fuel (in Section 2.5.2)	Huile usagée comme combustible (Section 2.5.2)

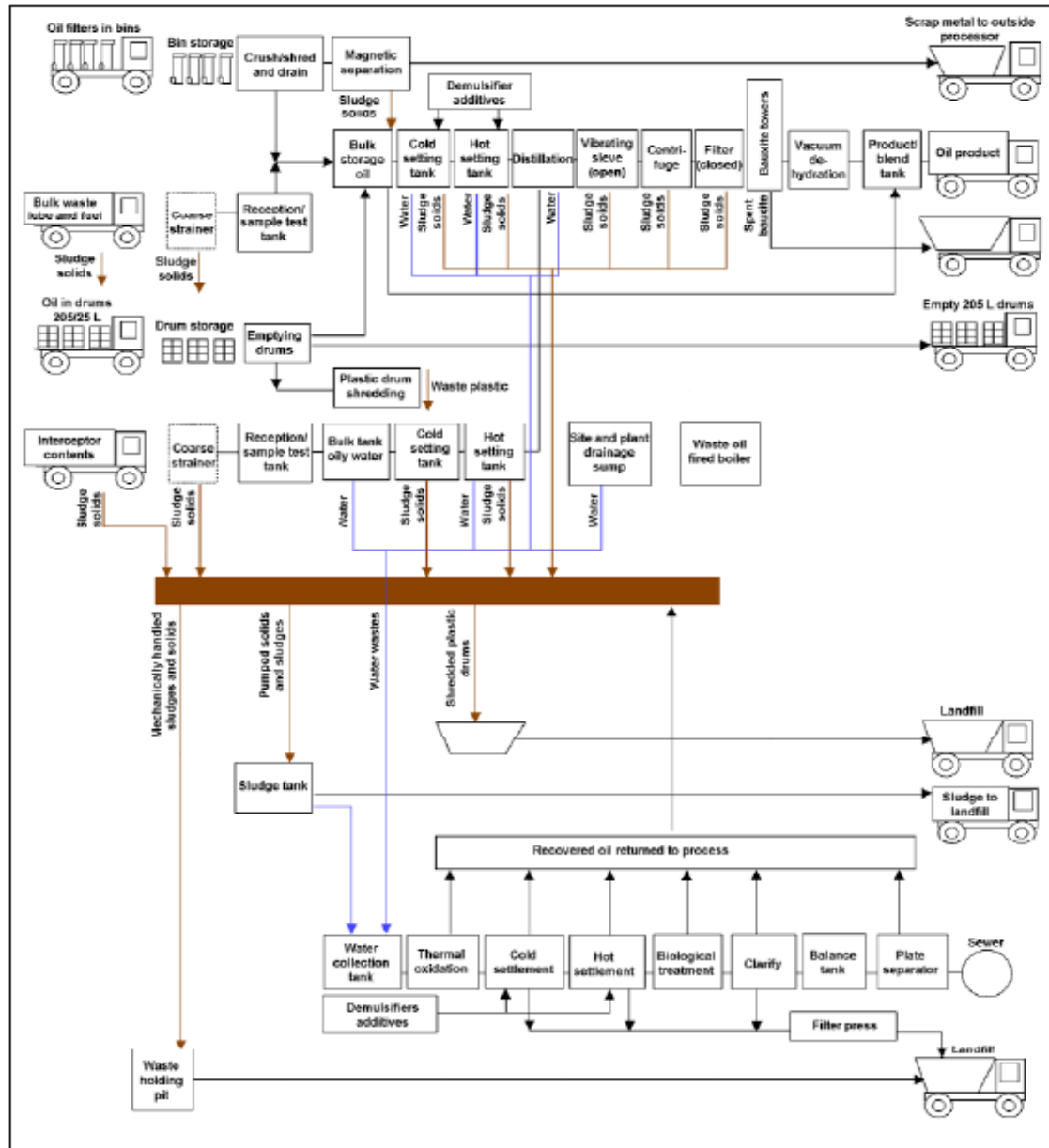
**Figure 2.13 : Traitements des huiles usagées présentés selon le plan utilisé dans ce document**  
[7, Monier et Labouze, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

Remarques : <sup>(1)</sup> en particulier les huiles hydrauliques et les huiles de coupe  
<sup>(2)</sup> Huiles moteur sans chlore + huiles hydrauliques sans chlore + huiles hydrauliques minérales + huiles minérales diathermiques (selon la classification API)  
<sup>(3)</sup> Huile traitée contenant encore des métaux lourds, des halogènes et du soufre provenant de l'huile usagée d'origine  
<sup>(4)</sup> Substituts pour d'autres combustibles liquides secondaires (SLF) ou des combustibles lourds, ou du charbon ou du coke de pétrole  
<sup>(5)</sup> Comme combustible de démarrage des fours

Pour pouvoir réutiliser l'huile usagée comme lubrifiant, il faut lui faire subir un nettoyage ou un re-raffinage afin d'en faire un produit apte à être utilisé comme huile de base dans la fabrication

des lubrifiants. Ces procédés impliquent l'élimination des impuretés, des défauts et des produits résiduels provenant de son ancienne utilisation. D'une manière générale, ce type de procédé permet d'éliminer toutes les impuretés et tous les additifs, pour ne laisser que l'huile de base. Par la suite, les producteurs de lubrifiants ajoutent certaines substances pour atteindre les spécifications d'un produit vierge.

La Figure 2.14 présente les principaux procédés utilisés dans les usines de valorisation des huiles. Elle regroupe toutes les opérations unitaires. Toutefois, toutes ces opérations ne sont pas mises en œuvre dans chaque usine. En pratique, la plupart des usines n'utilisent que quelques-uns des procédés présentés et en règle générale, il y deux, ou plus de deux, flux parallèles issus de chaque procédé.



Oil filters in bins	Filtres à huile en conteneurs
Bin storage	Stockage en conteneurs
Crush / Shred and Drain	Broyage/ déchiquetage et assèchement
Magnetic separation	Séparation magnétique
Sludge	Boues
Demulsifier Additives	Agents désémulsifiants
Solids	Solides
Bulk storage oil	Stockage de l'huile en vrac

Cold setting tank	Bassin de décantation à froid
Hot setting tank	Bassin de décantation à chaud
Distillation	Distillation
Vibrating sieve (open)	Tamis vibrant (ouvert)
Centrifuge	Centrifugeuse
Filter (closed)	Filtre (fermé)
Bauxite towers	Tours à bauxite
Vacuum dehydration	Déshydratation sous vide
Product/ Blend tank	Cuve de produits/d'assemblage
Oil product	Huile (production en sortie)
Scrap metal to outside processors	Déchets métalliques à traiter hors du site
Empty 205 L drum	Fûts vides de 205 L
Bulk waste, lube and fuel	Déchets en vrac, huile de lubrification et combustible
Sludge solids	Boue compacte
Coarse solids	Solides grossiers
Coarse strainer	Crépine grossière
Reception/ sample test tank	Bassin de réception / d'échantillonnage
Oil in drums	Huile en fûts
Drum storage	Stockage des fûts
Empty drums	Fûts vides
Waste plastic	Matières plastiques
Plastic drums shredding	Déchiquetage des fûts de plastiques
Interception contents	Contenu des intercepteurs
Bulk tank oily water	Eau grasse des bassins en vrac
Site and plant drainage sumps	Puisards de drainage du site et de l'installation
Mechanically handled sludges and solids	Boues et solides manipulés mécaniquement
Pumped solids and sludges	Pompage des boues et des solides
Water waste	Eaux résiduaires
Sludge tank	Bassin à boue
Recovered oil returned to process	Huile récupérée renvoyée au procédé de traitement
Water collection tank	Bassin de collecte d'eau
Thermal oxidation	Oxydation thermique
Cold settlement	Décantation à froid
Hot settlement	Décantation à chaud
Demulsifier Additives	Additifs désémulsifiants
Biological treatment	Traitement biologique
Clarify	Clarification
Balance tank	Réservoir de compensation
Plate separator	Séparateur à plateaux
Sewer	Egout
Filter press	Filtre-presse
Waste holding pit	Fosse de stockage des déchets
Landfill	Décharge

**Figure 2.14 : Schéma de principe générique d'une usine de traitement des huiles usagées**

Remarque : Le diagramme indique les éléments de traitement courants. Certains d'entre eux se présentent comme des alternatives et ne sont pas forcément prévus dans une même installation. Les lignes de couleur marron correspondent aux déchets ou aux boues et les lignes bleues aux eaux résiduaires.

D'après [56, Babbie Group Ltd, 2002]

Les traitements de re-raffinage peuvent différer en fonction de la technologie utilisée pour une ou plusieurs des opérations suivantes : pré-traitement, lavage, fractionnement et finissage. Les sections suivantes décrivent brièvement chacun de ces procédés.

### 2.4.1.1 Pré-traitement des huiles usagées

#### Objectif

Déshydratation (élimination de l'eau), élimination des produits pétroliers (fractions légères et traces de naphta, etc.) et élimination des sédiments. Ce procédé de pré-traitement n'est pas comparé aux autres systèmes de traitement parce qu'il ne génère pas de produit final et ne répond pas à l'objectif final du traitement.

#### Principe de fonctionnement

L'eau et les sédiments sont éliminés de l'huile usagée par un simple traitement

physique/mécanique. Dans certains cas, on a recours à la décantation pour éliminer l'eau et la boue des huiles usagées et, dans les systèmes d'épuration des effluents, pour éliminer l'huile et les solides des effluents. D'une manière générale, la décantation s'effectue sous l'action de la pesanteur dans des cuves de décantation, des clarificateurs ou encore dans des séparateurs à plaques, mais il est également possible de faire appel à la centrifugation ou à la distillation.

### **Flux entrants et sortants**

Le flux entrant caractéristique est composé d'huiles usagées collectées. Le produit sortant, quant à lui, est une huile usagée nettoyée. Après ce traitement, l'huile nettoyée est destinée à l'une des options décrites ci-dessous (Sections 2.4.1.2 à 2.4.1.4).

### **Description du procédé**

Les principales techniques utilisées sont la décantation, la sédimentation, la filtration et la centrifugation.

#### Décantation

On remplit une cuve et on laisse son contenu se décanter. La couche supérieure d'huile est écumée et la couche d'eau est soutirée de la même manière. Selon le degré de saleté de la charge de déchets entrants, on peut laisser la boue s'accumuler au fond de la cuve au fil des cycles de décantation successifs avant de la retirer. Le procédé de décantation s'accompagne souvent d'un chauffage afin de réduire la viscosité. Dans de nombreux cas, il reste une couche intermédiaire constituée d'une émulsion d'huile et d'eau, dont on peut faciliter la séparation par un apport thermique et chimique. D'autres procédés supplémentaires de décantation appliqués à la couche d'eau permettent d'améliorer davantage la séparation de la phase huile/eau.

#### Sédimentation

#### Filtration / tamisage

Les particules sont éliminées au moyen de crépines, de filtres ou de tamis.

#### Centrifugation

#### Distillation

L'eau peut être éliminée par cette technique.

### **Utilisateurs**

De nombreuses technologies de re-raffinage des huiles usagées (voir Tableau 2.12) font appel à ces procédés.

## **2.4.1.2 Nettoyage des huiles usagées**

### **Objectif**

La nettoyage comprend le désasphaltage et l'élimination des résidus asphaltiques : métaux lourds, polymères, additifs, et autres composés de dégradation.

### **Principe de fonctionnement**

La distillation et l'ajout d'acides sont les moyens les plus utilisés pour parvenir aux résultats ci-dessus.

### **Flux entrants et sortants**

### **Description du procédé**

Nettoyage à l'acide : les additifs, les polymères, les produits d'oxydation et de dégradation sont éliminés au contact de l'acide sulfurique ou sont précipités sous forme de sulfates (par ex. métaux). Le nettoyage à l'argile est également envisageable. Par ce dernier procédé, l'huile tamisée est mélangée à de l'argile par absorption afin d'éliminer tous les composés polaires et indésirables encore présents.

### Utilisateurs

De nombreuses technologies de re-raffinage des huiles usagées (voir Tableau 2.12)

#### 2.4.1.3 Fractionnement des huiles usagées

##### Objectif

Le fractionnement implique de séparer les huiles de base à partir de leurs différentes températures d'ébullition pour obtenir deux ou trois coupes (fractions de distillation).

##### Principe de fonctionnement

Le procédé physique de séparation se base sur différents points d'ébullition des composants.

##### Flux entrants et sortants

Ils sont d'habitude composés d'huiles usagées prétraitées.

##### Description du procédé

Les unités de distillation sous vide peuvent présenter une complexité allant d'une colonne de séparation simple à une colonne de distillation à fractions, comme celles des raffineries de pétrole.

### Utilisateurs

De nombreuses technologies de re-raffinage des huiles usagées (voir Tableau 2.12).

#### 2.4.1.4 Finissage des huiles usagées

##### Objectif

Le nettoyage final des différentes coupes (ou fractions de distillation) vise à donner aux produits des spécifications particulières (par ex. améliorer la couleur, l'odeur, la stabilité thermique et d'oxydation, la viscosité, etc.). Le finissage peut également inclure la suppression des HAP dans les cas d'hydrofinissage intense (à température et pression élevées) ou d'extraction au solvant (à faibles température et pression).

##### Principe de fonctionnement et flux entrants et sortants

Technique	Principe de fonctionnement	Flux entrants et sortants
Traitement aux alcalins	Utilisation du KOH ou NaOH.	Amplification des propriétés des couleurs
Terre décolorante	Traitement tertiaire supprimant la couleur noire de l'huile (causée par la décomposition du carbone due aux additifs), pour obtenir une huile visuellement comparable aux huiles de base vierge	Les nouveaux objectifs, définis par la mise en œuvre des prochaines spécifications relatives aux huiles moteur des voitures particulières, ne peuvent être atteints. En particulier, la couleur des huiles produites est plus foncée que celle exigée
Polissage à l'argile	Procédé similaire au procédé acide/argile mais sans utilisation d'acide. La bentonite est l'argile la plus fréquemment utilisée. L'argile est ensuite séparée de l'huile au moyen d'un filtre-presse.	D'une manière générale, le polissage à l'argile ne donne pas les huiles de base de grande qualité que l'on obtient par extraction au solvant ou par hydrotraitement
Hydrotraitement	Le chlore et le soufre sont extraits de la fraction d'huile usagée à une température élevée sous atmosphère d'hydrogène et en contact avec un catalyseur, en étant convertis en HCl et en H <sub>2</sub> S. Ce procédé permet également d'extraire le phosphore, le plomb et le zinc. Les HAP peuvent	La qualité des distillats est très élevée et les fractions sont immédiatement commercialisables. Le procédé nécessite l'emploi d'hydrogène. Il se forme du sulfure d'hydrogène, que l'on peut ultérieurement réduire en soufre.

	être supprimés par un hydrofinissage intense (à température élevée et avec de l'hydrogène sous pression élevée)	
Nettoyage au solvant	Les HAP sont éliminés des huiles de base par extraction au solvant (plage de ppb). L'extraction au solvant améliore par ailleurs la couleur et l'indice de viscosité.	L'intrant d'extraction doit être une huile de base de bonne qualité, débarrassée de tous les métaux lourds etc. et déjà fractionnée en autant de coupes que souhaité. Les produits en sortie sont une huile de base de haute qualité, le solvant utilisé qui est régénéré, et un petit flux d'huile de base (environ 3 % du flux total d'huile de base) avec une concentration élevée de HAP, destiné à servir de combustible

**Tableau 2.11 : Techniques de finissage employées dans le traitement des huiles usagées**  
[7, Monier et Labouze, 2001], [86, TWG, 2003], [139, UBA, 2003]

#### **Description du procédé**

L'hydrotraitement est décrit dans le BREF sur les raffineries de pétrole et de gaz.

#### **Utilisateurs**

De nombreuses technologies de re-raffinage des huiles usagées (voir Tableau 2.12).

#### **2.4.1.5 Technologies employées dans le re-raffinage des huiles usagées**



Technologie	Flux entrants et sortants	Description du procédé			
		Pré-traitement	Nettoyage	Fractionnement	Finissage
Blanchissage	Huiles de transformateur, lubrifiants industriels (par ex. huiles hydrauliques et huiles de coupe).  Produit : lubrifiant industriel propre retourné aux utilisateurs	Adsorption Chauffage Filtration Déshydratation sous vide			
Récupération	Huiles industrielles (en particulier les huiles hydrauliques).  Produit : lubrifiant industriel propre retourné aux utilisateurs	Centrifugation et/ou filtration			
Traitement à l'argile	Le produit présente des caractéristiques médiocres en termes de viscosité et de volatilité. Il ne peut être employé que dans la formulation d'un type limité de lubrifiants industriels	<i>Unité de prédistillation</i> Stripping sous vide et atmosphérique	<i>Traitement à l'argile</i> Par contact avec une grande quantité d'argile absorbante		
Traitement à l'acide/argile + distillation		<i>Stripping éclair sous vide ou atmosphérique</i>	<i>Traitement à l'acide ou à l'argile</i> Suppression des contaminants des huiles usagées par un traitement à l'acide (habituellement à l'acide sulfurique) ou à l'argile	<i>Distillation</i> L'huile nettoyée est ensuite distillée afin de donner deux ou trois coupes + du gasoil en tête de colonne	<i>Neutralisation et filtration</i> Les coupes d'huile de lubrification, ainsi que le gasoil, sont neutralisés avec de l'hydroxyde de calcium puis filtrés
Floculation acides tensioactifs					
Distillation / traitement chimique ou extraction au solvant		<i>Distillation sous vide</i> 1ère étape : suppression de l'eau, du naphta et des fractions légères. 2ème étape : suppression	<i>Distillation sous vide</i> 3ème et 4ème étapes : séparation entre les différentes coupes d'huiles de lubrification et le résidu (où sont concentrés tous les métaux, les additifs et les produits de dégradation)		<i>Traitement chimique</i> Réalisé en une opération groupée, suivie d'une

Technologie	Flux entrants et sortants	Description du procédé			
		Pré-traitement	Nettoyage	Fractionnement	Finissage
		du gasoil, de l'huile fine ou du mazout domestique léger			distillation/stripping pour corriger la volatilité et le point d'éclair. En variante, une extraction au solvant permet d'éliminer les HAP.
Distillation et extraction au solvant (Procédé Vaxon)			<i>Distillation sous vide</i>		<i>Extraction au solvant</i>
Extraction au solvant et distillation (Procédé Sener-Interline)	Les huiles de base récupérées sont de bonne qualité.	<i>Pré-traitement chimique</i>	<i>Extraction au propane</i> Le propane liquide extrait les huiles de base et rejette l'eau, l'asphalte, les additifs et autres contaminants insolubles.	<i>Distillation atmosphérique et distillation sous vide</i> Tout d'abord, l'huile extraite est distillée dans une colonne de distillation atmosphérique pour séparer les hydrocarbures légers et un peu de propane. L'huile qui reste est fractionnée dans une colonne de distillation sous vide afin de récupérer les huiles de base.	
Désasphaltage au propane et hydrofinissage	Cette technologie produit des huiles de base de bonne qualité et un résidu asphaltique (approprié comme bitume)	<i>Prédistillation</i> Dans une colonne de distillation	<i>Extraction au propane</i> Désasphaltage au propane	<i>Distillation sous vide et atmosphérique</i>	<i>Hydrofinissage avec un catalyseur NiMo</i>
Distillation et traitement aux alcalins (Vaxon-C.F.T. Cator)	Huiles moteur et huiles industrielles usagées, tous types de lubrifiants synthétiques excepté les lubrifiants PAG solubles dans l'eau, les huiles au silicone et certains types d'éther. Les huiles de base et les résidus	<i>Distillation</i> Tout au long de ce procédé, le pré-traitement fait partie du même procédé, puisque la première phase produit une déshydratation résultant de la distillation complète, pour tous les types d'huile usagée			<i>Traitement aux alcalins</i>

Technologie	Flux entrants et sortants	Description du procédé			
		Pré-traitement	Nettoyage	Fractionnement	Finissage
	asphaltiques sont les principaux produits. Les impuretés et les sédiments restent dans le déchet solide final qui est de nature asphaltique.				
Evaporateurs à couche mince et différents procédés * de finissage	Les métaux lourds, les polymères, les additifs et autres produits de dégradation sont éliminés sous forme de résidu asphaltique.	<i>Prédistillation et traitement chimique (1)</i> Elimination de l'eau, des fractions légères et des traces de combustible contenues dans l'huile usagée. Stripping sous vide et atmosphérique + traitement chimique (en option) afin de réduire au maximum la corrosion et la dégradation des équipements en aval.	<i>TFE (2)</i> Réalisée à des températures très élevées et sous vide.	<i>Distillation (4)</i> La fraction d'huile de lubrification est séparée en différentes coupes d'huile dans une colonne sous vide.	<i>L'un des procédés suivants (3)</i> <i>a) Hydrotraitement</i> <i>b) Traitements à l'argile</i> <i>c) Extraction au solvant</i> <i>d) Extraction au solvant + hydrotraitement</i>
Procédé de désasphaltage thermique (TDA)		<i>Prédistillation</i> Stripping sous vide et atmosphérique + traitement chimique. Le dernier traitement permet de réduire la corrosion et la dégradation des équipements en aval et de faciliter l'étape de désasphaltage qui suit.	<i>Décantation + TDA</i> Désasphaltage par décantation. La suppression des résidus s'opère par une distillation éclair dans le bas de la colonne, qui permet le fractionnement des différentes coupes de lubrification.		<i>a) Argile</i> <i>b) Hydrotraitement</i>
Procédé d'hydrogénation par contact direct (DCH)	L'huile usagée et l'hydrogène gazeux chaud sont soumis au procédé sous forme de mélange. Il en résulte des huiles de base de bonne qualité (Groupe II)	<i>Pré-traitement</i> Non nécessaire	<i>Réacteur de garde d'hydrogénation (1)</i> Le mélange vapeur d'huile et hydrogène est acheminé jusqu'au réacteur	<i>Fractionnement (2)</i> La fraction d'huile de lubrification est séparée en différentes coupes d'huile dans une colonne sous vide.	<i>Hydrotraitement (2)</i>

Technologie	Flux entrants et sortants	Description du procédé			
		Pré-traitement	Nettoyage	Fractionnement	Finissage
			<p>catalytique à lit fixe. Le réacteur de garde supprime tous les contaminants métalliques à l'état de trace, cette opération étant suivie par un craquage de tous les composés à base de soufre, d'azote et halogénés dans le réacteur de conversion.</p>		
Traitement à la soude caustique et aux terres de décoloration (ENTRA)		<p><i>Prédistillation</i> Déshydratation. Charge contenant avec un apport de soude caustique (3 % sont des huiles sèches utilisées) et un apport de terre de décoloration (2 % d'huiles sèches utilisées)</p>	<p>Réacteur tubulaire linéaire Décomposition des composés organométalliques, à base de soufre, d'azote et d'halogènes Un contrôle avancé de la température et du temps de rétention dans un réacteur tubulaire linéaire minimise la décomposition de celles des molécules organiques qui restent viables comme composants d'huiles de lubrification.</p>	<p><i>Fractionnement</i> La fraction d'huile de lubrification est séparée en différentes coupes d'huile dans un réacteur tubulaire linéaire.</p>	<p><i>Neutralisation</i></p>
Intégration à la production d'huiles de base d'une raffinerie	L'huile produite est une huile de base re-raffinées de bonne qualité	<p>a) Prédistillation dans une colonne de distillation b) Stripping sous vide et atmosphérique</p>	TFE	Unité d'extraction aromatique	Hydrofinissage
Intégration dans une raffinerie après pré-traitement	L'huile usagée est retraitée dans une raffinerie en vue de son assemblage avec des produits combustibles. Les	Elimination de l'eau et des sédiments contenus dans l'huile usagée par	L'huile usagée prédistillée est assemblée directement au résidu atmosphérique régulier d'une raffinerie.		

Technologie	Flux entrants et sortants	Description du procédé			
		Pré-traitement	Nettoyage	Fractionnement	Finissage
	contaminants présents dans les huiles interdisent normalement leur utilisation comme charge des craqueurs catalytiques ou dans la production de lubrifiant.	une étape de prédistillation			
* 1, 2, 3, 4 représentent les étapes successives des opérations du procédé en question. Quand cette numérotation n'apparaît pas, les opérations suivent la marche la plus courante, c'est-à-dire pré-traitement, nettoyage, fractionnement et finissage.					

**Tableau 2.12 : Technologies de retraitement des huiles usagées**

[5, Concauwe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [86, TWG, 2003], [139, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 2.4.2 Régénération des solvants usagés

[53, LaGrega et al., 1994], [83, Indaver, 2002], [129, Cruz-Gomez, 2002], [130, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004]

#### Objectifs

Lorsque le solvant usagé est transmis à un gestionnaire des déchets, il existe deux options principales pour son traitement :

- la récupération du pouvoir calorifique des solvants en les utilisant directement comme combustibles ou en les assemblant avec d'autres combustibles. L'utilisation des solvants usagés en tant que combustibles est décrite à la section 5.2.1.
- le traitement des solvants usagés pour les reconvertir en une matière réutilisable en tant que solvant. Ce traitement est dénommé « régénération » dans le présent document. Cette section présente en détail différents traitements qui sont actuellement appliqués aux solvants usagés pour les nettoyer et les régénérer afin de produire des solvants réutilisables dans un processus industriel identique ou non à celui de la première utilisation.

#### Principe de fonctionnement

Le nettoyage est réalisé par différents types de distillation qui sont les principaux types de procédés de séparation utilisés.

#### Flux entrants et sortants

La régénération des solvants est une pratique courante dans bon nombre d'industries avec un large éventail de solvants actuellement régénérés, dont les principaux sont présentés dans le Tableau 2.13.

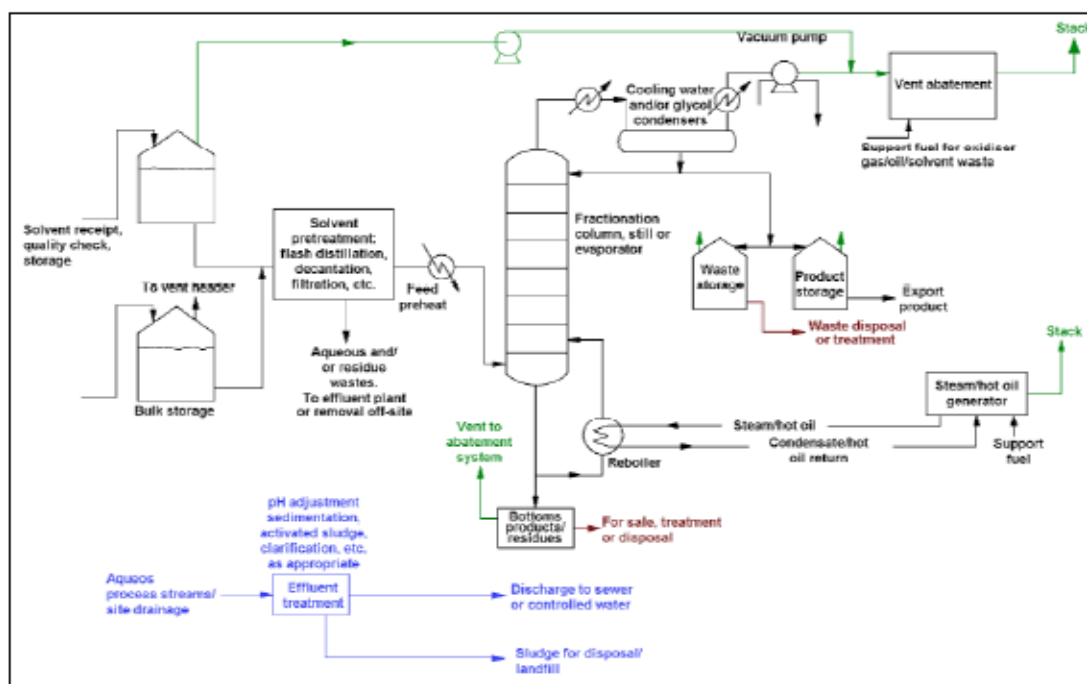
Famille des hydrocarbures	Produits chimiques
Alcools	Ethyle, isopropyle
Aliphatiques	Hexane, heptane
Aromatiques	Benzène, naphtha aromatique, toluène, xylène, essence de térébenthine
Chlorés	Trichloréthylène, perchloroéthylène, chlorure de méthylène
Esters	Acétate d'éthyle, acétate de butyle
Cétones	Méthyléthylcétone, méthyle iso-butylcétone
Mélange de solvants	Toluène/xylène, cétones, alcools, phénols, toluène/heptane

**Tableau 2.13 : Solvants usagés couramment régénérer**

[53, LaGrega et al., 1994], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

#### Description du procédé

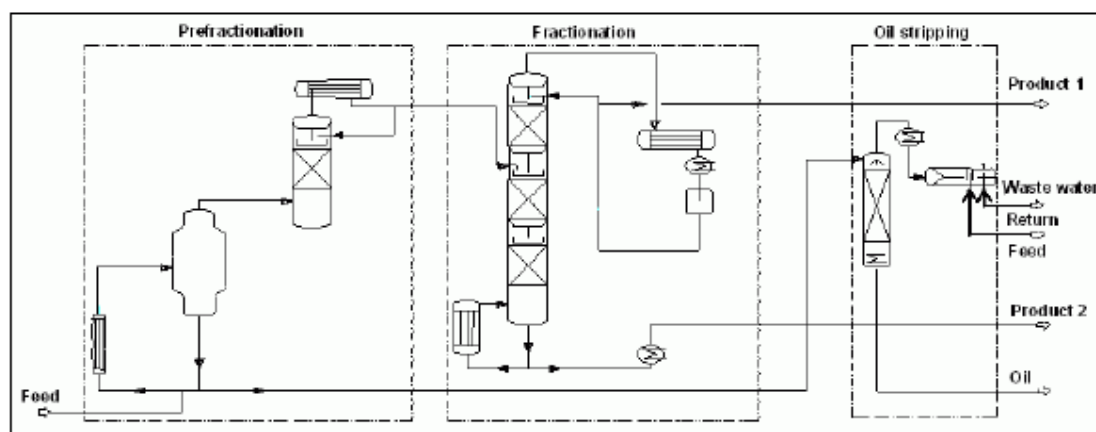
La Figure 2.15 et la Figure 2.16 présente des schémas de principe d'installations de régénération de solvants usagés



Solvent receipt quality check storage	Réception des solvants, vérification de la qualité, stockage
To vent header	Vers collecteur d'évents
Bulk storage	Stockage en vrac
Solvent pretreatment: flash distillation, decantation, filtration, etc.	Pré-traitement des solvants : distillation éclair, décantation, filtration, etc.
Feed preheat	Préchauffage de la charge
Cooling water and/or glycol condenser	Condensateur, eau de refroidissement et/ou glycol
Vacuum pump	Pompe sous vide
Vent abatement	Réduction des effluents
Support fuel for oxidizer gas/oil/solvent waste	Combustible d'appoint pour gaz d'oxydant, huile, solvant usagé
Stack	Cheminée
Aqueous and/or residue waste. To effluent plant or removal off-site	Déchets aqueux et/ou déchets résiduels vers les stations d'épuration des effluents ou enlèvement hors-site
Fractionation column still or evaporator	Colonne de fractionnement ou évaporateur
Waste storage	Stockage des déchets
Product storage	Stockage des produits
Export product	Exportation produit
Waste disposal or treatment	Élimination des déchets ou traitement
Steam/hot oil	Vapeur/huile chaude
Reboiler	Rebouilleur
Condensate/hot oil return	Retour condensat /huile chaude
Support fuel	Combustible d'appoint
For sale treatment or disposal	Pour commercialisation, traitement ou élimination
Bottoms products / residues	Queues de distillation/résidus
pH adjustment sedimentation activated sludge, clarification etc. as appropriate	Ajustement du pH, sédimentation, boue activée, clarification, etc. comme approprié
Aqueous process streams/site drainage	Flux aqueux du procédé/drainage du site
Effluent treatment	Épuration des effluents
Discharge to sewer or controlled water	Déversement dans les égouts ou eaux contrôlées
Sludge for disposal/landfill	Boue pour élimination/mise en décharge

**Figure 2.15 : Exemple d'installation de régénération des solvants usagés**  
[129, Cruz-Gomez, 2002]





Prefractionation	Pré-fractionnement
Fractionation	Fractionnement
Oil stripping	Stripping à l'huile
Product 1	Produit 1
Waste water	Eaux résiduelles
Return	Retour
Feed	Charge
Product 2	Produit 2
oil	Huile
Feed	Charge d'alimentation

**Figure 2.16 : Schéma de principe d'une régénération de solvant chloré**  
[150, TWG, 2004]

Le Tableau 2.14 présente les techniques utilisées généralement mises en œuvre pour la régénération des solvants usagés

Technique	Objectifs et principes de fonctionnement	Utilisateurs
Absorption	Passage des solvants de l'état gazeux à l'état liquide	
Adsorption	Récupération des solvants dans l'air chargé en solvants	
Centrifugation	Elimination des solides en suspension ou séparation en deux phases distinctes liquides (ou insolubles), une phase étant par exemple le solvant récupéré	
Condensation	Epuration des vapeurs de solvant contenus dans des flux gazeux	
Décantation	Séparation de phases due à des densités différentes. Séparation du solvant liquide et de l'eau	
Distillation	Séparation des mélanges liquides. Evaporateurs à couche mince. Rectification. Fractionnement.	La distillation des solvants contaminés en vue de leur utilisation partielle comme combustible dans des chaudières est une technique utilisée (pour réduire la teneur en métaux dans les solvants). (Il existe des installations en Belgique, en Italie, et en Espagne).
Evaporation	Elimination sous forme de vapeur du solvant contenu dans une solution ou dans une boue	

Filtration	Séparation des particules solides contenues dans un solvant liquide	
Extraction liquide-liquide	Appliquée au solvant liquide	
Séparation des membranes	Récupération des solvants contenus dans des flux liquides ou gazeux	
Neutralisation	Appliquée aux solvants liquides	
Relargage	Appliqué aux solvants liquides	
Sédimentation	Appliquée aux solvants liquides ayant une forte teneur en solide	
Stockage	Voir Section 2.1.4	
Stripping	Passage du solvant d'un flux liquide à un flux gazeux	

**Tableau 2.14 : Opérations unitaires visant à la régénération des solvants usagés**  
[129, Cruz-Gomez, 2002], [130, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### Utilisateurs

Cette activité est réalisée dans l'industrie chimique, pharmaceutique et dans l'industrie des peintures. Il existe actuellement cinq usines aux Pays-Bas. Un exemple est présenté ci-dessous.

La capacité d'évaporation dépend de la chaleur d'évaporation spécifique des solvants distillés et peut atteindre 1,3 t/h. L'utilisation d'un séparateur à reflux permet d'améliorer la séparation ; toutefois, dans ce cas, le débit est réduit. Les distillats multi-phases sont refroidis avant d'être séparés en phases lourdes et en phases légères, qui sont ensuite collectées dans des conteneurs différents. La distillation peut être réalisée à la fois à pression ambiante et sous vide. En outre, l'installation peut mettre en œuvre d'autres procédés tels qu'un séchage par solvant azéotrope ou une estérification azéotropique. En outre, il est possible de traiter les acides organiques dans une « ampoule » en céramique spécifique.

Les mélanges en entrée de matières et solvants sont introduits par pompage dans les conteneurs de distillation, qui sont chauffés indirectement par de la vapeur nouvelle, à une pression maximale de 6 bars à approximativement 158 C. Pour les solvants fortement chargés, il existe des ampoules de distillation en acier, équipées d'agitateurs permettant d'homogénéiser leur contenu. Les mélanges de solvants usagés ne contenant que de petites quantités de résidus, ou des substances très corrosives comme des acides organiques, peuvent être distillés avec des ampoules émaillées. Les panaches générés passent à travers une colonne garnie et sont condensés au niveau des tuyauteries du refroidisseur de tête.

### 2.4.3 Régénération des catalyseurs usagés et valorisation des composants issus des techniques de réduction

[86, TWG, 2003], [125, Ruiz, 2002], [150, TWG, 2004]

Comme mentionné dans le Champ d'application, cette section couvre la régénération des catalyseurs usagés et la valorisation des composants issus des techniques de réduction. Il existe d'autres modes, tels que la valorisation des métaux des catalyseurs (certains traitements de valorisation des métaux précieux sont déjà couverts dans le BREF sur les métaux non ferreux), la régénération des catalyseurs (incluse dans ce document) et le traitement des catalyseurs épuisés en tant que matières premières pour d'autres procédés, non inclus dans ce document (par exemple, le traitement des catalyseurs à base d'alumine de l'industrie du ciment qui est couvert dans le BREF sur le ciment et la chaux). Ce document ne comprend que les installations de régénération ex-situ. La régénération in-situ fait généralement partie du procédé de production dans lequel le catalyseur est utilisé : par conséquent, elle est exclue du champ d'application du présent document.

Cette section comporte aussi des informations sur la valorisation des composants des déchets générés par les techniques de réduction (voir également section 1.2.8).

### Objectif

En règle générale, les catalyseurs de déchets et les déchets issus des techniques de réduction sont éliminés. Toutefois, la plupart des catalyseurs utilisés dans les techniques de réduction (par ex. réduction des NO<sub>x</sub>) sont régénérés.

### Principe de fonctionnement

La régénération des catalyseurs à base de métaux précieux, de platine et de métaux nobles, qui vise à éliminer les dépôts de coke permet de restaurer les performances initiales en termes d'activité, de sélectivité et de stabilité du catalyseur d'origine. Les dépôts de coke sont éliminés par une combustion contrôlée.

### Flux entrants et sortants

En règle générale, les catalyseurs de l'industrie du raffinage tels que ceux utilisés dans l'hydrotraitement, l'hydrocraquage, le reformage et l'isomérisation sont régénérés. Les catalyseurs à base de métaux nobles sont également régénérés. Les métaux dont la récupération présente un intérêt économique sont le Rh, Cd, Pt, Ir, le nickel de Raney. Il en va de même de certains catalyseurs du pétrole à base de Ni-Co, Co-Mo, Co.

### Description du procédé

La régénération thermique ex-situ est réalisée dans des équipements conçus à cet effet ainsi que dans des équipements standard, par exemple des fours de calcination sur lit mobile ou des fours de calcination rotatifs.

La régénération des catalyseurs à base de métaux précieux, de platine et de métaux nobles, qui vise à éliminer les dépôts de coke, permet de restaurer les performances initiales en termes d'activité, de sélectivité et de stabilité du catalyseur d'origine. Les dépôts de coke sont éliminés par une combustion contrôlée.

A titre d'exemple, après combustion du coke, un catalyseur contenant du platine peut être régénéré par un traitement au chlore à température élevée. Le traitement au chlore provoque la redispersion du platine en le convertissant en chlorure de platine volatil, qui est ensuite transporté par le biais de la phase gazeuse et déposé sur les parois poreuses, où il est traité dans du H<sub>2</sub> et réduit. Il s'ensuit une dispersion accrue du platine et une réactivation du catalyseur.

Les opérations unitaires communes dans ce secteur sont les sécheurs, les fours, les équipements de lixiviation et l'extraction au solvant. Certains procédés de fin de chaîne permettant de contrôler les émissions atmosphériques sont des techniques d'élimination des poussières (par ex. dépoussiéreurs électrostatiques, cyclones, filtres en tissu, filtres en céramique, épurateurs-laveurs et torchères), les systèmes de lavage des gaz (épurateurs-laveurs, système de capture des dioxines, système de réduction des COV) et traitements des eaux résiduelles.

### Utilisateurs

Il existe en France un procédé très précis (Eurocat), appliqué au recyclage d'une famille de catalyseurs spécifiques (hydrotraitement), provenant principalement des raffineries. Il existe une seule usine mettant en œuvre un procédé avec four de calcination sur lit mobile dans l'Union européenne, qui est située au Luxembourg, depuis 1979.

## 2.4.4 Régénération du charbon actif

[29, UK Environment Agency, 1996], [41, UK, 1991], [42, UK, 1995], [150, TWG, 2004]

### Objectif

Traiter le charbon actif épuisé pour produire une matière dont les propriétés et les qualités sont très semblables à celles du charbon actif d'origine

### Principe de fonctionnement

Les traitements thermiques sont les principaux procédés utilisés pour la régénération. Le procédé comprend des opérations de séchage, désorption thermique et traitement thermique.

### Flux entrants et sortants

Le charbon actif est disponible dans le commerce sous trois formes : extrudé, en grains et en poudre. Etant donné qu'il est extrêmement difficile de régénérer le charbon en poudre, cette activité n'est pas réalisée. Cette section n'aborde donc que la régénération des deux premières formes de charbon.

### Description du procédé

La régénération thermique est la méthode la plus courante. Elle se compose en règle générale des opérations suivantes :

#### Réception, manutention et déshydratation

A réception sur le site, le charbon actif épuisé est sous la forme d'un solide drainé dans des réservoirs. On y ajoute de l'eau sur le site de régénération afin d'obtenir une boue de charbon, que l'on introduit un bassin où elle est déshydratée avant d'être injectée dans un four pour y être régénérée.

#### Régénération thermique

Une fois séparé de l'eau, le charbon humide est injecté dans le four en vue de sa régénération. Au cours de la régénération thermique, un séchage, une désorption thermique (c'est-à-dire l'élimination des produits chimiques organiques) et un traitement thermique à température élevée (650 à 1 000 °C) sous atmosphère légèrement oxydante contrôlée sont réalisés.

En règle générale, les types d'équipements utilisés sont des fours à soles étagées, des fours rotatifs à chauffage direct ou des fours rotatifs à chauffage indirect. Il est également possible d'utiliser des fours à lit fluidisé et des fours à infrarouge.

#### Traitement d'épuration des fumées

### Utilisateurs

La régénération thermique du charbon actif, en particulier dans les installations régénérant des charbons de qualité industrielle ou des charbons pour eau potable/alimentaires constitue l'utilisation la plus courante de ces techniques. Ceci s'explique par le potentiel qu'ont les charbons provenant de sources variées à être contaminés par un large éventail de composants organiques. Les autres procédés, tels que la régénération à la vapeur d'eau, tendent à être appliqués dans des domaines spécifiques et sont généralement réalisés sur site.

L'utilisation des fours à soles étagées est très répandue à travers le monde. Avec les fours à soles étagées, les fours rotatifs (à chauffage direct et indirect) figurent parmi les types de fours les plus couramment employés. Les fours à lit fluidisé s'utilisent essentiellement en Europe dans des applications pour eau potable et aussi, en Amérique du Nord, pour les eaux résiduelles et la décoloration.

Il existe d'autres traitements de régénération comme les traitements à la vapeur, les traitements chimiques et les traitements biologiques. Toutefois, ils s'utilisent uniquement pour une régénération in-situ, sur le site et non dans des installations externes. La régénération à la vapeur est une technique non destructrice qui est essentiellement réservée aux charbons actifs ayant adsorbés des composés très volatils. Les vapeurs de COV / d'eau obtenues sont condensées. La régénération chimique est une technique non destructrice qui fait appel à un éventail de désorbants gazeux ou liquides. Il existe de nombreux régénérants disponibles, dont bon nombre sont très spécifiques d'une application donnée.

### 2.4.5 Régénération des résines

[41, UK, 1991], [42, UK, 1995], [150, TWG, 2004]

**Objectif**

Régénérer les résines échangeuses d'ions en vue de leur réemploi.

**Principe de fonctionnement**

La régénération thermique s'effectue à l'eau chaude ou à la vapeur d'eau.

**Flux entrants et sortants**

Le flux entrant correspond à la résine épuisée tandis que le flux sortant du procédé est la résine régénérée. Les forces d'attraction présentes dans l'adsorption sur résine sont généralement plus faibles que celles mises en jeu dans l'adsorption sur charbon actif en grains. Pour cette raison, la régénération des résines peut s'effectuer par des procédés simples, non destructeurs, tels que le lavage au solvant ; le soluté peut être récupéré. La régénération thermique des adsorbants en résine n'est généralement pas possible en raison de leur sensibilité à la température, bien que ces dernières années aient vu l'apparition de nouveaux produits disponibles pouvant être régénérés à l'eau chaude.

**Description du procédé**Régénération à la vapeur

La régénération à la vapeur n'est possible que si les limites des températures des résines sont comprises à l'intérieur de celles de la pression de vapeur d'eau disponible. Par exemple, les adsorbants polymères à base de styrène sont généralement stables à 200 °C tandis que les résines à base de produits acryliques ne sont stables que jusqu'à 150 °C. Le solvant adsorbé et les autres constituants organiques peuvent provoquer un gonflement et un affaiblissement de la matrice en résine. C'est pourquoi, il est important que leur élimination par un procédé à la vapeur ne se traduise pas par une dégradation et une détérioration de la matrice.

Régénération à l'eau chaude**Utilisateurs**

Cette technique, d'utilisation peu courante, peut être, par ailleurs, appliquée au dessalement de l'eau saumâtre pour l'utilisation d'une eau de procédé plus propre. Elle ne saurait convenir aux applications à base d'eau déionisée.

**2.4.6 Régénération des acides et des bases usagés**

[40, Milton et Becaude, 1998], [86, TWG, 2003], [144, TWG, 2002], [150, TWG, 2004]

Comme décrit dans la section 1.2.10, seuls les acides sulfurique et chlorhydrique usagés sont régénérés.

**2.4.6.1 Régénération de l'acide sulfurique usagé**

Comme mentionné dans la section 1.2.10, il existe deux procédés alternatifs permettant de régénérer l'acide sulfurique usagé. Le premier est la décomposition thermique des acides sulfuriques usagés en  $\text{SO}_2$ , réalisée dans un four à des températures d'environ 1 000 °C. Le  $\text{SO}_2$  produit est ensuite utilisé comme stock d'alimentation dans la production de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ces deux procédés (décomposition thermique et conversion du  $\text{SO}_2$  en  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sont traités dans le BREF LVIC-AAF sur les produits chimiques inorganiques en grands volumes (ammoniaque, acides et engrais) [62, EIPPCB, 2003]. Il existe quelques procédés industriels utilisant de l'acide sulfurique (par ex. production de dioxyde de titane). Dans de tels cas, le recyclage de l'acide sulfurique usagé fait partie intégrante du procédé. Il sera donc couvert dans le BREF traitant du procédé industriel en question. Le second procédé repose, quant à lui, sur la reconcentration de l'acide sulfurique faible/épuisé/usagé, avec ou sans séparation des impuretés potentielles (par ex. des sels). Il est également inclus dans le présent document.

**Objectif**

Réutiliser l'acide sulfurique épuisé dans son emploi initial ou dans un nouvel emploi.

### Principe de fonctionnement

Reconcentration de l'acide sulfurique épuisé par évaporation

### Flux entrants et sortants

L'acide sulfurique épuisé/faible est concentré en une solution acide plus forte.

### Description du procédé

Des concentrations proches de 70 % de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ont été obtenues. Le procédé comprend une évaporation d'eau sans trop de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dans la phase vapeur. La plage des températures varie d'un procédé à l'autre. Il existe de nombreux procédés, mais les plus courants sont fondés sur des évaporateurs à circulation forcée, qui confèrent une grande stabilité à l'opération ; en raison de la forte circulation, tout solide contenu dans l'acide reste en suspension et peut être séparé de l'acide concentré, si nécessaire.

Comme le coût du procédé dépend de l'énergie (vapeur moyenne pression) un évaporateur à effets multiples peut réduire considérablement les coûts de fonctionnement ; un fonctionnement sous vide permet d'avoir des températures de fonctionnement plus basses et l'utilisation de matériaux plus standard pour la construction des équipements.

Un autre procédé de concentration des acides faibles utilise des gaz chauds (provenant de l'acide sulfurique ou de tout autre procédé) : en mettant en contact les gaz chauds et l'acide faible, l'eau est évaporée jusqu'à saturation d'eau ; le procédé se déroule à pression atmosphérique, mais en raison du volume d'effluents gazeux relativement élevé, il est nécessaire de prévoir des dévésiculeurs (séparateurs de gouttelettes) ou d'autres dispositifs similaires afin d'éviter un vapoentraînement de l'acide.

Les procédés de combustion immergée consistent à produire des fumées à des températures très élevées (supérieures à 1 500 °C), directement sur le niveau d'acide épuisé ; les fumées traversent l'acide épuisé en permettant à l'eau de s'évaporer, et en étant soumises à un refroidissement adiabatique jusqu'à une température de 150 à 250 °C. Avant d'être rejetés dans l'air, les gaz doivent être refroidis et lavés. En règle générale, des émissions de  $\text{SO}_2$ , qui ne sont pas particulièrement élevées sont à prévoir, mais aucun niveau de  $\text{NO}_x$  ne devrait être important.

D'autres procédés de concentration de l'acide sulfurique, tels que le procédé Chemico sont utilisés depuis 70 ans. Le principe est pratiquement le même si ce n'est que la combustion n'a pas lieu au sein de la cuve et que la température est considérablement plus basse (dans la plage de 600 °C).

### Utilisateurs

Industrie des métaux

#### 2.4.6.2 Régénération de l'acide chlorhydrique épuisé

Le plus souvent, le HCl est un sous-produit des procédés de chloration. Le HCl est généralement produit en phase gazeuse et réemployé directement dans un procédé chimique. Il peut aussi être dissous dans de l'eau et utilisé comme matière première dans la fabrication d'autres produits chimiques, notamment comme produit de traitement de l'eau (par ex  $\text{FeCl}_3$ ) par électrolyse ou comme agent de neutralisation. Le HCl peut être utilisé dans des applications telles que le décapage des métaux ou la régénération des systèmes échangeurs d'ions.

Ensuite, l'acide chlorhydrique usagé est neutralisé plutôt que régénéré. Se reporter aux sections 2.3.1 et 2.3.2. Il existe d'autres traitements de régénération, par exemple son réemploi comme acide de décapage. Toutefois, dans ce cas, il n'y a lieu de réaliser aucun traitement, aussi ces flux ne sont-ils pas abordés dans ce document.

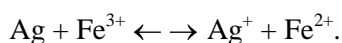
### 2.4.7 Traitement des déchets photographiques solides

#### Objectif

Séparer les déchets en deux flux, l'un contenant des composants précieux (par ex. l'Ag) et l'autre destiné à servir de combustible.

#### Principe de fonctionnement

La récupération de l'argent contenu dans les fixateurs s'opère par électrolyse (voir Section 2.4.8. sur le traitement des déchets photographiques liquides). La réaction chimique permettant de dissoudre l'argent du film est :



#### Flux entrants et sortants

Argent et énergie

#### Description du procédé

Les déchets sous forme de films sont découpés en petits morceaux par un déchiqueteur. Les débris sont lavés dans un liquide de désargentation et rincés à l'eau. Les agents de désargentation possibles sont l'agent de blanchiment-fixage désargenté (contenant du fer) ou le chlorure de fer. L'emploi d'un agent de blanchiment-fixage désargenté permet de réduire la consommation de matières premières. Lorsqu'on utilise du chlorure de fer, le chlorure de fer est séparé puis dissous de nouveau au moyen d'un fixateur. Les lambeaux de plastique sont séchés, puis incinérés avec valorisation énergétique ou utilisés en tant que combustibles secondaires dans un four à ciment.

#### Utilisateurs

Industries photographiques.

### 2.4.8 Traitement des déchets photographiques liquides

#### Objectif

Séparer le flux de déchets en composant précieux (par ex. Ag).

#### Principe de fonctionnement

Les liquides désargentés et les déchets du développement photographique à faible teneur en argent, tels que les développeurs, sont traités par précipitation au sulfure et filtration sur membrane. L'ajout d'une solution de sulfure de sodium, les ions argent et les autres métaux sont précipités. Lorsque la solution passe ensuite à travers des membranes, les particules solides sont éliminées par filtration. Le perméat issu de la filtration sur membrane subit un traitement supplémentaire. L'argent contenu dans la boue est récupéré par un traitement pyrométallurgique et un affinement. Ces traitements sont décrits dans le BREF sur les industries des métaux non ferreux. Les déchets photographiques liquides à faible teneur en argent sont traités par élimination chimique. L'ajout de borohydrure de sodium entraîne la précipitation de l'argent métallique. L'argent est récupéré dans les sédiments. Le liquide désargenté subit un traitement supplémentaire.

#### Flux entrants et sortants

Argent.

#### Description du procédé

Le traitement des déchets liquides désargentés issus du développement photographique à teneur élevée en argent comprend les étapes suivantes.



- La récupération de l'argent dans les déchets du développement photographique à teneur élevée en argent ( $> 100$  mg/l) s'opère par électrolyse. Après traitement, l'argent est réemployé.
- Pour une concentration d'argent comprise entre 5 et 100 mg/l, la récupération de l'argent s'effectue par électrofloculation ou précipitation au sulfure et filtration sur membrane. La boue générée est envoyée en incinération.
- L'eau des déchets du développement couleur est, avant tout traitement ultérieur, évaporée dans un évaporateur sous vide en raison de la présence de composés organiques toxiques et difficilement dégradables.
- Le traitement sur filtre à charbon actif, au cours duquel les agents complexes contenant de grosses substances organiques et des métaux sont absorbés par le charbon. Lorsqu'il est saturé, le charbon est régénéré et réemployé.
- Purification par floculation et flottation
- Traitement biologique
- Evaporation dans un évaporateur à vide. Le condensat peut être utilisé comme eau de traitement ou évacué
- La boue provenant de la floculation/flottation et du traitement biologique ainsi que le résidu de l'évaporateur sont incinérés ou mis en décharge.

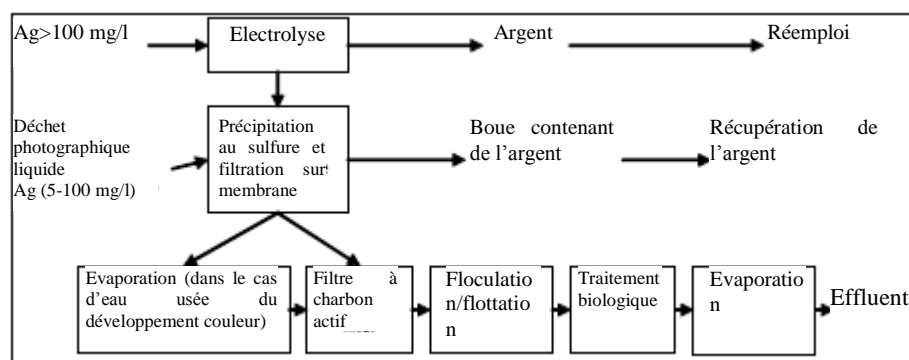


Figure 2.17 : Traitement des déchets photographiques liquides  
[156, VROM, 2004]

### Utilisateurs

Industries photographiques.

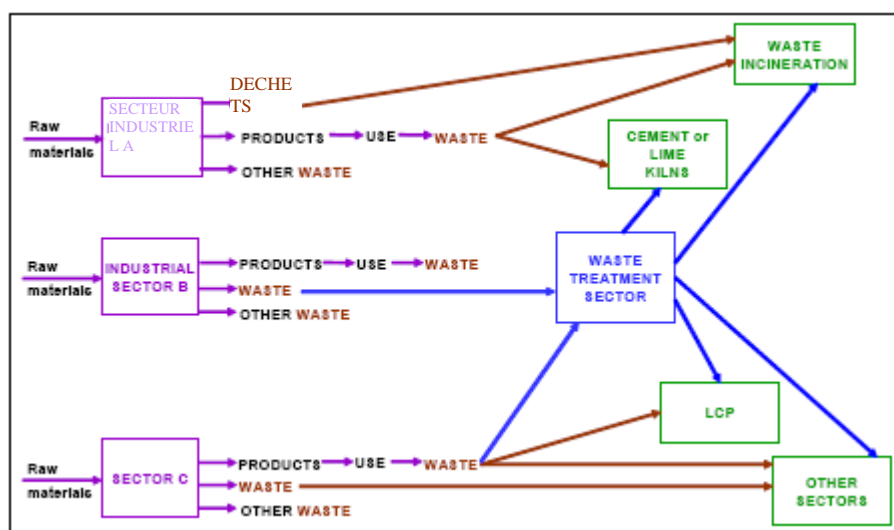
## 2.5 Traitements visant principalement la production de matières destinées à servir de combustibles ou l'amélioration de leur valorisation énergétique

[5, Concawe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [8, Krajenbrink, ; et al., 1999], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [21, Langenkamp et Nieman, 2001], [40, Milton et Becaude, 1998], [50, Scori, 2002], [52, Ecodeco, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [57, EIPPCB, 2001], [58, CEFIC, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [64, EIPPCB, 2003], [81, VDI et Dechema, 2002], [86, TWG, 2003], [114, Hogg, 2001], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004].

Cette section couvre les traitements et les procédés qui sont appliqués aux déchets principalement pour obtenir une matière destinée à servir de combustible ou pour modifier leurs propriétés physico-chimiques afin de permettre une meilleure récupération de leur pouvoir calorifique. Certains traitements peuvent générer des produits en sortie susceptibles d'être utilisés à des fins autres que celles de servir de combustibles. Ces procédés sont très similaires et dépendent uniquement des propriétés physiques des déchets de départ et des propriétés physiques que doivent avoir les déchets SORTANTS pour pouvoir être brûlés dans une chambre de combustion. L'examen de la situation actuelle de la combustion des déchets n'est pas abordé

dans le présent document car il est couvert dans les BREF de chaque secteur (par exemple incinération des déchets, ciment et chaux, grandes installations de combustion, sidérurgie, etc.)

Les déchets ayant un certain pouvoir calorifique sont actuellement utilisés comme combustibles dans certains procédés de combustion, par exemple pour l'incinération des déchets, dans les fours à ciment ou à chaux, dans les grandes installations de combustion, les centrales thermiques, les usines de traitement chimique, les chaudières industrielles, les usines de céramique, la production de briques, la production du fer et de l'acier, la production des métaux non ferreux. Certains des secteurs utilisant les déchets comme combustibles sont directement liés à la production de ces déchets. De ce fait certains déchets, produits dans des procédés stables (ayant donc une certaine constance) ne nécessitent parfois aucune autre préparation en vue de leur utilisation ultérieure dans ce secteur et ainsi vont souvent être livrés directement à l'installation dans laquelle ils seront utilisés (par ex. huiles usagées, solvants usagés). Dans ce cas, aucun traitement n'est réalisé sur les déchets, et par conséquent les activités correspondantes sont exclues du champ d'application du présent document (cf. flèches marron sur la Figure 2.18 ci-dessous). Le type de flux de déchets qui est approprié d'un point de vue technique à une utilisation dans des usines de co-incinération est un sujet couvert dans les BREF de chaque secteur. Le présent document traite et analyse les questions environnementales liées à la gestion et à la transformation des différents types de déchets en matières appropriées pour servir de combustibles dans les différents procédés représentés par des flèches bleues sur la Figure 2.18.



Raw materials	Matières premières
INDUSTRIAL SECTOR A	SECTEUR INDUSTRIEL A
INDUSTRIAL SECTOR B	SECTEUR INDUSTRIEL B
SECTOR C	SECTEUR C
WASTE	DECHETS
PRODUCTS	PRODUITS
USE	UTILISATION
WASTE	DECHETS
OTHER WASTE	AUTRES DECHETS
WASTE INCINERATION	INCINERATION DES DECHETS
CEMENT or LIME KILNS	FOURS A CIMENT OU A CHAUX
WASTE TREATMENT SECTOR	SECTEUR DU TRAITEMENT DES DECHETS
LCP	LCP
OTHER SECTORS	AUTRES SECTEURS

**Figure 2.18 : Possibilités actuelles d'utilisation des déchets comme combustibles dans différents secteurs**

**Remarque :** Cette figure ne comporte pas toutes les possibilités susceptibles de se présenter. Certaines options ne sont pas représentées dans la figure pour ne pas nuire à sa lisibilité.

A titre d'exemple, l'utilisation des huiles usagées comme combustibles de substitution sans aucun traitement préalable est une option retenue dans toute l'Europe, dont la popularité est variable en fonction de la situation économique et des réglementations locales. La plupart des réglementations nationales autorisent la combustion des huiles usagées dans les cimenteries. Les huiles usagées sont acceptées comme combustibles, sous conditions spéciales, dans les cimenteries en France, en Allemagne, en Italie, en Espagne et au Royaume-Uni mais semblent être proscrites aux Pays-Bas, par exemple. Dans d'autres pays, elles ne sont tout simplement pas utilisées.

Les techniques courantes mises en oeuvre dans la production de ces matières en vue de leur utilisation comme combustibles sont décrites dans la section 2.1.

### **2.5.1 Elaboration des combustibles solides issus principalement des déchets solides**

#### **2.5.1.1 Elaboration des combustibles solides par traitement mécanique (et biologique) à partir des déchets non dangereux**

##### **Objectif**

L'objectif principal est de préparer une matière combustible à partir des déchets solides municipaux (MSW). D'autres finalités sont mentionnées dans la section 2.2.2. La préparation des combustibles consiste principalement à valoriser les matières sélectionnées pour obtenir le combustible spécifié. Cette section couvre également la préparation des combustibles solides par assemblage/mélange. D'une manière générale, on distingue deux types de traitements biomécaniques :

- les installations de « tri », visant à diviser les déchets en fractions « biodégradables » (susceptibles d'être séchées et utilisées comme combustibles) et en fractions « hautement calorifiques », et
- les procédés de « stabilisation par voie sèche », dont l'objectif n'est pas tant de séparer les déchets en fractions mais plutôt d'utiliser la chaleur issue d'un procédé de « compostage » pour sécher les déchets et augmenter leur pouvoir calorifique, ce qui permet de les rendre appropriés pour une utilisation en tant que combustibles et d'améliorer la séparation des fractions.

##### **Principe de fonctionnement**

L'élaboration de ce type de combustible consiste à trier les déchets, essentiellement pour conserver une matière combustible, à éliminer principalement les produits putrescibles humides et les produits inertes lourds (pierres, verre, ferrailles, etc.) des déchets. D'autres opérations utilisées sont notamment le tamisage, le tri (séparateurs), le broyage, le criblage et l'arrachage.

Les technologies de préparation des combustibles solides varient considérablement selon la source et le type de déchets, et selon les exigences d'utilisation de l'installation de combustion ou du client.

Il est très important de garder présent à l'esprit que les déchets constituent un mélange de matières hétérogène, notamment dans le cas des déchets solides municipaux. C'est pourquoi, lors de l'élaboration du combustible, le producteur prépare un combustible plus homogène grâce à une technologie de préparation et à un traitement spécifique des déchets.

##### **Flux entrants et sortants**

Voir section 2.2.2. Il s'agit d'une activité courante pour le traitement des déchets non dangereux. Le combustible solide peut provenir de nombreuses sources différentes, telles que de la pré-utilisation de résidus industriels, de la post-utilisation de déchets industriels, de fractions sélectionnées de déchets commerciaux et domestiques, et des activités de construction et de

démolition. L'alimentation du procédé peut donc comporter des déchets industriels directs ou des déchets mixtes (en règle générale, au fur et à mesure qu'augmente le niveau de mélange, le besoin de préparation des déchets augmente). La composition et la quantité de contamination des déchets SORTANTS vont différer en fonction de la source.

Les déchets solides municipaux, les déchets « commerciaux » et les déchets de construction et de démolition sont les sources les plus courantes. Les matières les plus courantes contenues dans les déchets sont le papier, les matières plastiques, le bois et les textiles. Un autre type de déchets généralement utilisés est la fraction papier (papier + matières plastiques + caoutchouc) provenant des filtres à huile. Son pouvoir calorifique est élevé.

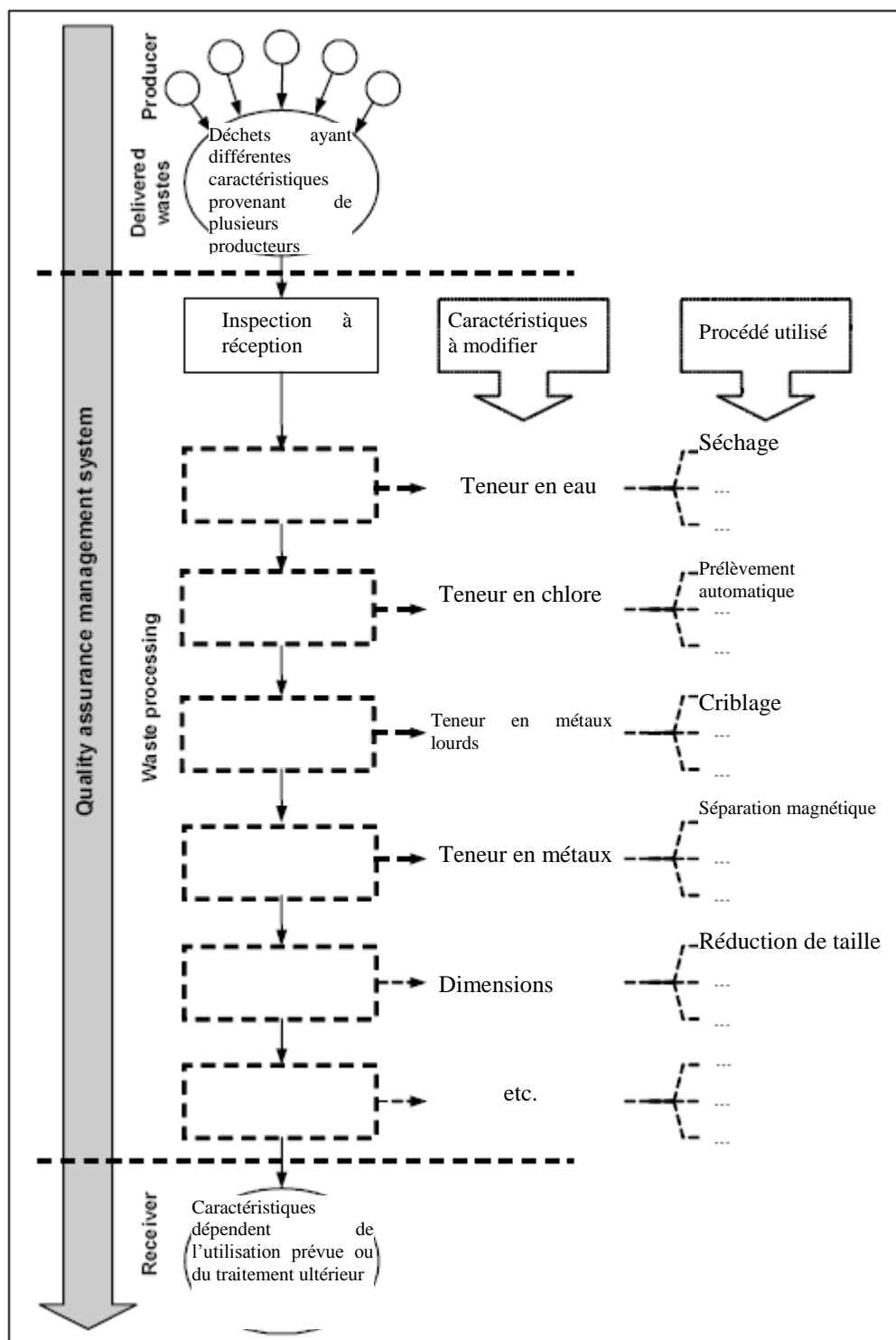
Il est possible de distinguer deux types principaux de combustibles : les matières déchiquetées ou semblables à des fluff et les combustibles densifiés, tels que les granulés, les cubes et les briquettes. Les combustibles solides de récupération densifiés peuvent avoir des pouvoirs calorifiques inférieurs (LHV) c'est-à-dire allant jusqu'à 30 MJ/kg selon leur composition. Les pouvoirs calorifiques minimum rapportés varient de 3 à 40 MJ/kg. Selon d'autres données, les entrées, qui ont habituellement un pouvoir calorifique de départ de 8,4 MJ/kg environ peuvent avoir un pouvoir calorifique proche de 17 MJ/kg simplement grâce à la séparation des fractions non combustibles (par ex. matières inorganiques et eau).

Les matières plastiques usagées peuvent remplacer d'autres combustibles solides tels que le charbon, la tourbe, le bois, le coke de pétrole, etc. Il y a actuellement un certain nombre de développements portant sur le remplacement des combustibles qui sont en cours de réalisation mais aussi des usines témoins opérationnelles qui utilisent des matières plastiques usagées solides.

Le traitement visant à produire des combustibles solides à partir des déchets divise les déchets solides municipaux en deux fractions. Le pouvoir calorifique et la composition de ces fractions sont différents et diffèrent également des déchets solides municipaux traités. La fraction qui reste après l'extraction du combustible solide peut représenter un pourcentage élevé des déchets solides municipaux traités.

### **Description du procédé**

Voir section 2.2.2. En fonction de la source et de l'utilisation, les déchets sont déchiquetés, séparés, assemblés et bouletés (pelletisation). Un schéma de procédé type est le suivant : entrée (déchets), transport mécanique (par ex. convoyeur à bande), séparation (par ex. par trommels, séparateurs à air, prélèvement à la main, séparateurs magnétiques, sécheurs), réduction de la taille (par ex. par broyage, déchiquetage), augmentation de la taille (par ex. mise en balles, pelletisation), et finalement sortie (combustibles). Plusieurs exemples appliqués dans ce procédé sont connus : réduction/élimination/modification des contaminants physiques et/ou chimiques. La Figure 2.19 ne montre qu'une caractéristique principale, à savoir le prélèvement automatique. La spectroscopie dans le proche infrarouge ou la séparation des métaux exerce aussi une influence sur de telles propriétés, par exemple sur la teneur en métaux lourds. La Figure 2.19 présente une vue d'ensemble de certaines unités de traitement courantes, qui peuvent être mises en œuvre pour la production de combustibles solides à partir de déchets. Le nombre et la nature des étapes de traitement appliquées sont fonction de la composition des déchets et de la qualité souhaitée en sortie.



Quality assurance management system	Système de gestion de l'assurance qualité
Waste processing	Traitement des déchets
Receiver	Réceptionnaire
Delivered wastes	Déchets livrés
Producer	Producteur
Waste with different characteristics from several producers	Déchets ayant différentes caractéristiques provenant de plusieurs producteurs
Receiving inspection	Inspection à réception
Waste fuel	Combustibles issus des déchets
Characteristics depend on intended use or further treatment	Caractéristiques dépendent de l'utilisation prévue ou du traitement ultérieur
Characteristic to change	Caractéristiques à modifier

Water content	Teneur en eau
Chlorine content	Teneur en chlore
Heavy metal content	Teneur en métaux lourds
Metal content	Teneur en métaux
Dimensions	Dimensions
etc.	etc.
Process used	Procédé utilisé
drying	Séchage
Automatic picking	Prélèvement automatique
screening	Criblage
Magnetic separation	Séparation magnétique
Size reduction	Réduction de taille

**Figure 2.19 : Schéma d'un procédé de production de combustibles solides à partir des déchets [126, Pretz et al., 2003]**

La sélection de la source peut être la première action à prendre en considération pour les mono-flux. Une présélection peut être incorporée aux systèmes de collecte pour les déchets commerciaux mixtes. La zone de réception des déchets est la première installation importante eu égard au système de gestion de l'assurance qualité : il s'agit de l'emplacement où se déroule l'inspection à réception. Toutes les matières préjudiciables, susceptibles d'entraîner des problèmes opérationnels ou de qualité, doivent être éliminées par un tri réalisé à ce stade précoce.

La production de combustibles solides issus des déchets se divise en plusieurs étapes énumérées ci-dessous. Toutefois, cette liste présente une vue d'ensemble des techniques possibles, chaque technique ne faisant pas nécessairement partie du procédé :

- zone/fosse de réception
- tri préliminaire/sélection des contaminants
- équipements d'alimentation : en règle générale, des chargeurs sur roues ou des grues alimentent le procédé
- réduction de la taille : comminution obtenue par broyeurs à marteaux, déchiqueteurs à cisailles, déchiqueteurs à un seul rotor, cisailles rotatives, déchiqueteurs à arbre à came, et broyeurs à cascade
- séparation des métaux : pour extraire, par exemple, les métaux ferreux contenus dans les déchets solides, il existe un certain nombre de techniques que l'on applique en fonction des différentes propriétés des matériaux. Les caractéristiques les plus importantes dans le traitement des déchets sont la densité, la forme, la sensibilité magnétique et la conductivité électrique. Les types de systèmes les plus couramment utilisés dans ce secteur sont les séparateurs magnétiques (séparateurs magnétiques de type « overband », séparateurs magnétiques à tambour, poulies magnétiques) ou les séparateurs à courant de Foucault (pour extraire les métaux non ferreux).
- séparation granulométrique : la séparation granulométrique peut être réalisée par des cribles à tambour (trommel), des cribles oscillants linéaires et circulaires, des cribles oscillants (flip-flop), des cribles plats, des cribles à godets et des grilles mobiles. Une étape de traitement très importante, à l'intérieur de la séparation granulométrique est l'étape de criblage, avant et après broyage. Les cribles sont appliqués pour permettre une division en masse et en volume par taille de particules. Il est notable que dans les mélanges à petites tailles de particules, la teneur des substances dangereuses s'accumule par rapport à la quantité trouvée dans le flux global criblé. Une séparation granulométrique au moyen de tamis est appliquée dans le traitement des déchets lorsque :
  - les matières provenant d'un procédé en aval doivent subir un certain type de conversion pour être appropriées aux étapes de traitement ultérieur, c'est-à-dire séparation en fractions granulométriques définies
  - la séparation granulométrique des particules grossières ou fines est requise

- les matières broyées contiennent un grand nombre de particules ayant la granulométrie finale et seules les particules surdimensionnées doivent de nouveau être réduites en taille.
- certaines matières doivent être concentrées. Dans ce cas, le traitement est qualifié classement par triage. Il comprend également la séparation des fractions de petites tailles dont la teneur en substances contenant des métaux lourds est souvent élevée.
- séparation à l'air (par des séparateurs à air ou séparateurs aéroliques (« aeroherd »))
- spectroscopie dans le proche infrarouge
- prélèvement automatique
- compactage/ pelletisation : au moyen de presses à plat, de presses à matricer, ou d'agglomérateurs à disque
- stockage/zone de stockage/trémie
- dégradation biologique/séchage thermique : si la teneur en eau doit être réduite pour augmenter le pouvoir calorifique, une étape de séchage est nécessaire. Elle peut être mise en œuvre sous forme d'étape de séchage thermique ou biologique. Il est parfois nécessaire de sécher les déchets pour obtenir des taux de tri/classement des déchets plus élevés
- collecte et nettoyage des gaz d'échappement
- traitement des eaux résiduaires
- chargement et transport.

Après l'étape de traitement final, on obtient un combustible solide issu des déchets. Dans certains cas, des étapes de traitement supplémentaires s'avèrent nécessaires pour concevoir les combustibles solides issus des déchets en fonction des souhaits des consommateurs. Par exemple, il peut être nécessaire de procéder à un compactage ou à une réduction de taille supplémentaire. Le Tableau 2.15 présente la corrélation entre différents procédés de préparation des combustibles et l'application finale à des fins différentes.

Préparation du combustible sous forme de	Procédé de co-combustion			
	Four à ciment	Lit fluidisé circulant	Centrale à charbon pulvérisé	Centrale à charbon pulvérisé et gazéification
Balles	Déchetage (fluff), stockage couvert	Déchetage (fluff), stockage couvert	Pelletisation, stockage, pulvérisation	Déchetage (fluff), stockage couvert
Granulés mous/fluff	Stockage couvert	Stockage couvert	Stockage couvert	Stockage couvert
Granulés durs	Stockage couvert, broyage simple	Stockage couvert	Stockage couvert, pulvérisation	Stockage couvert
Pastilles				
Poudres				

**Tableau 2.15 : Etapes de traitement supplémentaires nécessaires en fonction de la forme physique pour obtenir des combustibles issus des déchets conformes aux spécifications des consommateurs [126, Pretz et al., 2003], [150, TGW, 2004]**

Après avoir été séparées, les matières combustibles sont déchetées et envoyées au client ou bouletées (pelletisation) avant leur envoi en combustion (ceci se produit généralement lorsque les matières sont brûlées hors site, car un combustible densifié réduit les coûts de transport).

### Utilisateurs

Les matières combustibles sont généralement incinérées dans des installations prévues à cet effet ou co-incinérées dans des installations mettant en œuvre un procédé de combustion. La principale application des combustibles réside dans la production de ciment/chaux et dans la génération et d'électricité. En fonction de l'application finale, il existe différentes conditions requises pour les combustibles issus des déchets.



Ce type d'installation se trouve aux Pays-Bas, en Italie, en Allemagne, en Autriche, et en Belgique et constitue un modèle de base pour certaines « installations intégrées » planifiées au Royaume-Uni. L'assemblage de gros volume de déchets solides est une pratique courante dans un certain nombre d'Etats de l'Union européenne (par exemple, Belgique, France, Allemagne, Danemark, etc.)

Le traitement des combustibles solides issus des déchets n'est pas un procédé normalisé. L'étendue du traitement réalisé dépend dans une certaine mesure du type de déchets reçus (entrée) et de l'application à laquelle le combustible solide est vraiment destiné.

Dans le traitement biomécanique, le procédé utilisé pour la production de combustibles solides issus des déchets comprend un type d'installation mécanique en aval, car les déchets hautement calorifiques sont séparés avant que le reste des matières n'entre dans l'étape de dégradation biologique visant à faire baisser sa teneur en substances organiques. Dans certains cas, l'étape de dégradation biologique fait partie de la production des combustibles solides issus des déchets, en ayant pour objectif principal la réduction de la teneur en eau. Dans d'autres cas, l'étape de dégradation biologique est également prévue lors de la production des combustibles solides issus des déchets, mais l'objectif principal peut être de réduire la teneur en substances organiques, afin de conserver les critères d'élimination respectifs propres à chacune des matières qui ne font pas partie des combustibles solides issus des déchets et qui doivent être éliminées. En fonction du procédé retenu, différentes réglementations concernant les émissions peuvent être appliquées.

Dans certains cas, la totalité des déchets est séchée par des procédés physiques et biologiques pendant plusieurs jours (par ex. en Allemagne, 7 jours) dans un bio-réacteur fermé sous des taux de ventilation élevés. Dans le cadre de ce procédé, la teneur en substances organiques n'est que légèrement réduite, et le comportement de séparation est amélioré de manière significative. Il s'ensuit une séparation en une fraction lourde et en une fraction légère. La fraction légère est utilisée comme combustible RDF après une séparation supplémentaire des métaux. La fraction lourde (d'environ 15 %) est séparée en métaux, verre, batteries, et composants minéraux en vue de leur réemploi.

### **2.5.1.2 Elaboration de combustibles solides issus principalement de déchets dangereux liquides et semi-liquides**

#### **Objectif**

Elaborer des combustibles solides personnalisés, homogènes et fluides, susceptibles d'être utilisés dans les procédés de combustion et faciliter ainsi leur commercialisation/emploi.

#### **Principe de fonctionnement**

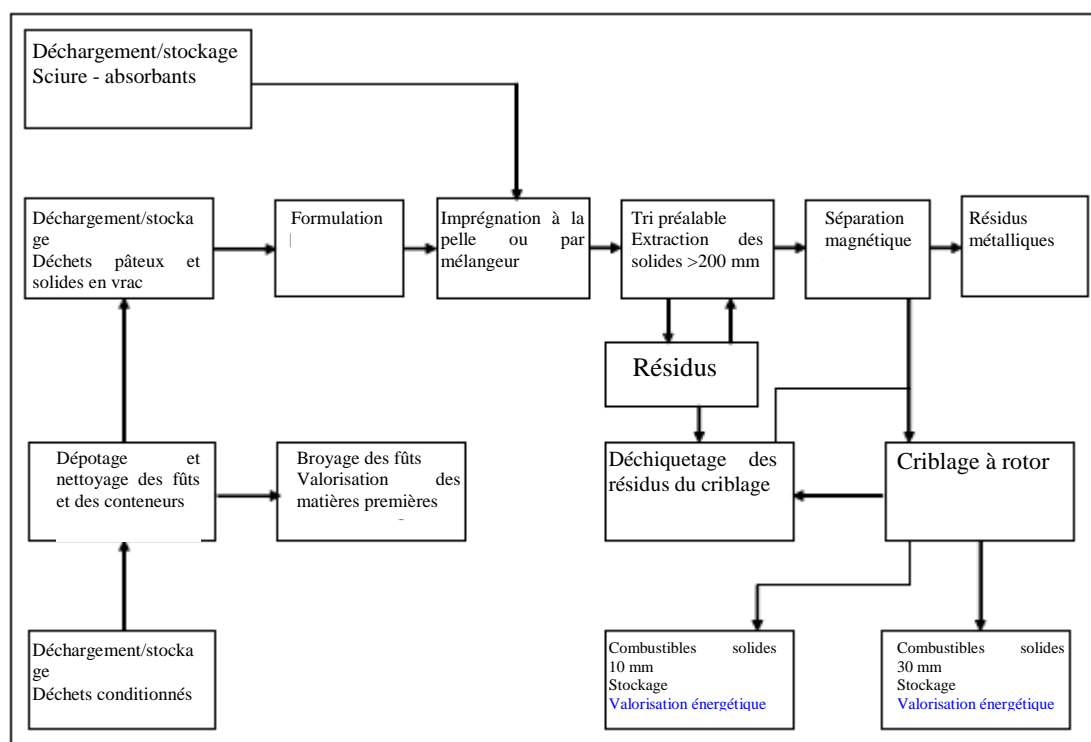
La préparation mécanique des combustibles solides incluant, par exemple, l'imprégnation des déchets sur un support (par ex. sciure, papier ou carton broyé, adsorbants).

#### **Flux entrants et sortants**

Les types de déchets utilisés sont des déchets pâteux, pulvérulents et solides, principalement des déchets dangereux. Dans certains cas spécifiques il est possible d'utiliser certains déchets liquides.

#### **Description du procédé**

La Figure 2.20 représente, à titre d'exemple, un schéma de principe de la production de combustibles solides. La conception de l'agencement et l'installation choisie, sont fonction du type de déchets, de la disponibilité des déchets ainsi que de la spécification finale du combustible issu des déchets.



**Figure 2.20 : Exemple de production de combustibles solides à partir de déchets dangereux liquides ou semi-liquides**  
[122, Eucopro, 2003]

Principaux procédés et étapes de production :

- alimentation des déchets provenant du stockage à destination des unités de production. La pré-homogénéisation des déchets entrants est réalisée en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques. Cette étape est capitale si l'on veut garantir la conformité du combustible solide aux spécifications définies par l'utilisateur final.
- déchiquetage et/ou criblage des particules grossières. Les déchets qui contiennent de grosses particules doivent être déchiquetés ou triés par criblage avant leur introduction dans l'unité de mélange.
- alimentation de l'unité de mélange
- opérations de mélange. Les matières peuvent être injectées soit directement, soit par une trémie afin de stabiliser, réguler et contrôler la quantité de déchets injectés dans l'unité de mélange. Un convoyeur à bande permet, suite à l'opération de mélange, de transporter les matières jusqu'au tamis
- extraction des ferrailles par séparateurs magnétiques ou par système à courant de Foucault pour les métaux non ferreux
- opérations de tamisage par tamis rotatifs ou vibrants. Les dimensions ainsi que la conception des mailles des tamis sont fonction des spécifications de granulométrie et des spécifications propres aux combustibles (différentes fractions sont possibles sur certaines installations selon les opportunités de réemploi des grosses particules). Les fractions hors spécification peuvent être retraitées en production, traitées dans un déchiqueteur prévu à cet effet, et/ou traitées en incinération ou dans des unités de co-traitement prévues à cet effet.
- stockage des combustibles issus des déchets avant leur chargement
- distribution des combustibles issus des déchets. Le chargement des camions (ou éventuellement des trains ou des bateaux) est réalisé par des grues, des convoyeurs à bande ou des bulldozers.
- broyage cryogénique et séparation des emballages usagés des peintures, des encres et substances similaires

**Utilisateurs**

Usines de co-incinération (par ex. cimenterie).

**2.5.1.3 Elaboration de combustibles solides par carbonisation du bois contaminé****Objectif**

La carbonisation du bois contaminé permet d'obtenir un charbon végétal destiné à servir de combustible.

**Principe de fonctionnement**

Carbonisation du bois à une température relativement faible (300 à 400 °C)

**Flux entrants et sortants**

Le bois contaminé est converti en charbon, qui peut ensuite être utilisé comme combustible. Les métaux sont récupérés et valorisés dans des installations métallurgiques.

**Description du procédé**

Le procédé comporte trois types d'opérations :

- a. Découpe du bois afin d'obtenir une matière de granulométrie et de composition homogènes.
- b. Carbonisation des copeaux de bois pour obtenir un charbon végétal concentrant la totalité des métaux. La carbonisation s'effectue à des températures comprises entre 300 et 400 °C sous atmosphère faiblement oxydante. De cette manière, les composés organiques sont gazéifiés et les métaux lourds sont concentrés dans le résidu charbonneux. Ce résidu est ensuite extrait du four et le gaz est traité à 850 °C pendant 2 secondes.
- c. Extraction des métaux lourds. Il s'agit d'une étape capitale permettant d'obtenir du charbon pur (ayant un pouvoir calorifique de 27 000 kJ/kg). Un broyage fin est réalisé afin de séparer les cristaux métalliques de la structure du charbon. Les métaux (3 % en poids/poids) sont séparés par centrifugation et le charbon est aspiré à partir du centre à travers un filtre à manches. Les métaux sont valorisés dans des procédés métallurgiques.

**Utilisateurs**

Une installation en France.

**2.5.2 Elaboration des combustibles liquides issus des déchets**

Cette section décrit les traitements réalisés pour élaborer des combustibles liquides à partir de matières liquides ou semi-liquides. Les combustibles liquides produits ont des propriétés qui leur permettent de devenir fluides et de se déplacer lors de l'application d'une différence de pression ou de gravité. Certaines des matières produites peuvent être très visqueuses et sont parfois très difficiles et très onéreuses à pomper : elles conservent néanmoins leurs propriétés de fluidité. Les déchets SORTANTS de ces traitements sont dénommés dans la présente section « combustibles liquides », que le combustible soit liquide ou semi-liquide. Les procédés qui démarrent avec des déchets liquides ou semi-liquides pour aboutir à un combustible solide sont inclus dans la Section 2.5.1.2.

En règle générale, les matières préparées par ces types de traitement sont des déchets dangereux. Plusieurs combustibles liquides peuvent être élaborés en fonction des différents déchets et des besoins du marché :

- préparation de liquides organiques par assemblage
- fluidification
- émulsions

- boues (la préparation de ces types de déchets est considérée comme une technique émergente).

Les principaux procédés utilisés dans la préparation des déchets destinés à servir de combustibles sont les suivants :

- connaissance, contrôles, suivi et traçabilité des déchets (technique courante telle que décrite dans la section 2.1)
- transport des déchets (technique courante telle que décrite dans la section 2.1)
- réception des déchets (technique courante telle que décrite dans la section 2.1)
- déchargement des déchets (technique courante telle que décrite dans la section 2.1)
- unités de stockage utilisées avant le traitement
- reconditionnement
- homogénéisation et assemblage
- broyage
- tamisage
- fluidification
- séparation de phases pour les déchets liquides : décantation, centrifugation, extraction ...
- séchage
- lavage.

### **2.5.2.1 Elaboration de combustibles liquides issus de déchets liquides organiques essentiellement par assemblage de déchets dangereux**

#### **Objectif**

Cette opération vise à assembler et à homogénéiser les déchets compatibles provenant de plusieurs producteurs et/ou sources. Son objectif est de :

- fournir un service de proximité aux producteurs avec uniquement de petites quantités de déchets liquides organiques
- rationaliser l'organisation logistique (transports, etc.)
- développer une solution adaptée pour les déchets emballés avec plusieurs phases (liquide/pâteux ou solide)
- séparer les différentes phases (eau, liquide organique, boue ou solide) des déchets composites afin d'en optimiser la valorisation
- préparer les déchets pour qu'ils soient homogènes et stables conformément aux spécifications.

#### **Principe de fonctionnement**

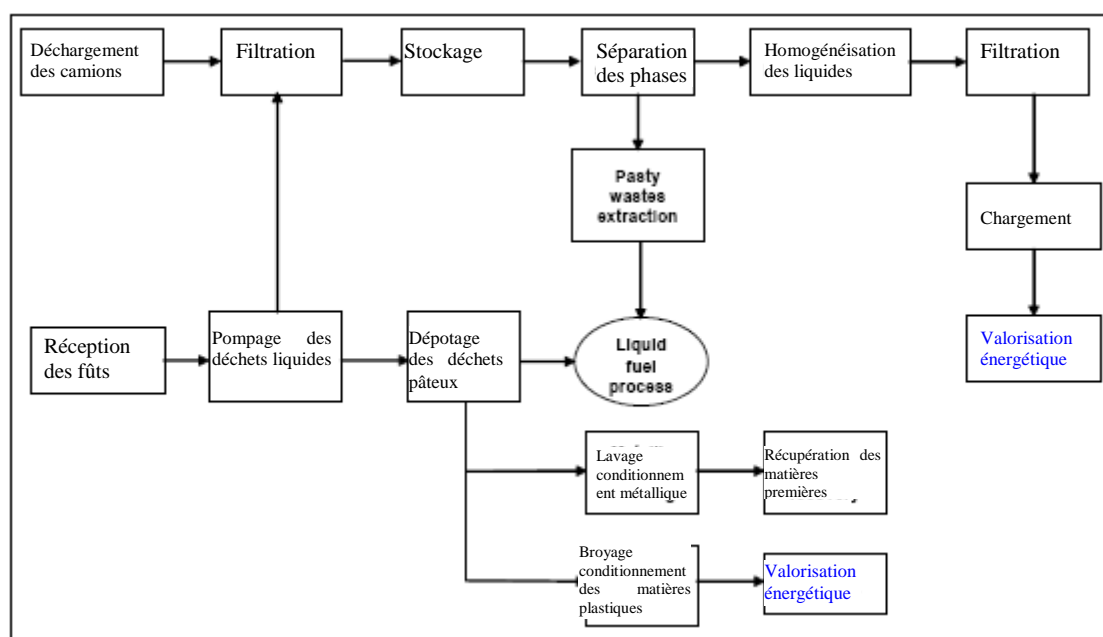
Ces opérations peuvent impliquer le regroupement des petites quantités et/ou des activités de pré-traitement telles qu'une séparation de phase ou une décantation. L'assemblage et l'homogénéisation constituent les opérations principales.

#### **Flux entrants et sortants**

Déchets liquides et semi-liquides ayant une teneur organique élevée. Les déchets utilisés comprennent des solvants, des huiles, des boues huileuses, des émulsions, des résidus de distillation, des boues de fonds de réservoirs, des émulsions huileuses provenant des industries mécaniques et métallurgiques, des déchets et des boues contenant de l'huile provenant du raffinage du pétrole ainsi que de la collecte et du stockage des matières huileuses, des déchets provenant de la distillation des huiles et de la régénération des ratés de production ; des déchets pâteux tels que les graisses, des déchets des encres et des adhésifs, des déchets pulvérulents tels que les poudres de peinture, les poudres de lavage, etc.

#### **Description du procédé**

La Figure 2.21 présente, à titre d'exemple un schéma de principe du procédé de préparation des combustibles liquides issus des déchets.



Truck unloading	Déchargement des camions
Filtration	Filtration
Storage	Stockage
Phases separation	Séparation des phases
Liquid homogenisation	Homogénéisation des liquides
Filtration	Filtration
Pasty wastes extraction	Extraction des déchets pâteux
Loading	Chargement
Drums reception	Réception des fûts
Liquid wastes pumping	Pompage des déchets liquides
Pasty wastes emptying	Dépotage des déchets pâteux
Liquid fuel process	Traitement des combustibles liquides
Energy recovery	Valorisation énergétique
Metallic packaging washing	Lavage conditionnement métallique
Raw material recovery	Récupération des matières premières
Plastic packaging crushing	Broyage conditionnement des matières plastiques
Energy recovery	Valorisation énergétique

**Figure 2.21 : Exemple de schéma de principe du procédé d'élaboration des combustibles liquides organiques**

[122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]

**Remarque :** « Le procédé d'élaboration des combustibles liquides » utilise des déchets pâteux pour produire d'autres combustibles liquides.

Principaux procédés et étapes de production :

#### Déchargement et regroupement

- Déchets liquides en vrac. Après filtration et/ou décantation, les liquides organiques sont envoyés avec une pompe centrifuge ou une pompe à membrane dans des réservoirs cylindro-coniques métalliques équipés d'un dispositif d'assemblage afin d'éviter une décantation ou une séparation de phases (constitué par un mélangeur pendulaire ou un système de pompage qui réalise l'assemblage du dessus et du fond du réservoir par une circulation continue)
- Déchets conditionnés (en fûts, etc.). Avant regroupement, les emballages sont vidés par des techniques adaptées à leurs caractéristiques physico-chimiques. En règle générale, il existe deux phases : une phase liquide et une phase pâteuse (et parfois solide) dans le fond du fût.

### Préparation

Cette étape comporte des opérations telles que la décantation, le broyage, la filtration et l'assemblage. L'emploi d'un agitateur à hélice ou d'un système de recirculation permet de conserver l'homogénéité des déchets. Parfois, un système de broyage est utilisé conjointement à une technique de recirculation afin de réduire la granulométrie de toutes les particules solides susceptibles d'être présentes dans les déchets liquides.

### Distribution

Avant le chargement, la préparation liquide est filtrée avec un filtre de 3 mm. Le chargement des camions s'effectue avec tous les systèmes de sécurité nécessaires.

### Utilisateurs

Usines de co-incinération (par ex. cimenterie).

## 2.5.2.2 Elaboration de combustibles liquides issus de déchets par fluidification des déchets dangereux

### Objectif

Cette opération a pour objectif d'assembler et d'homogénéiser des déchets compatibles provenant de plusieurs producteurs et/ou sources.

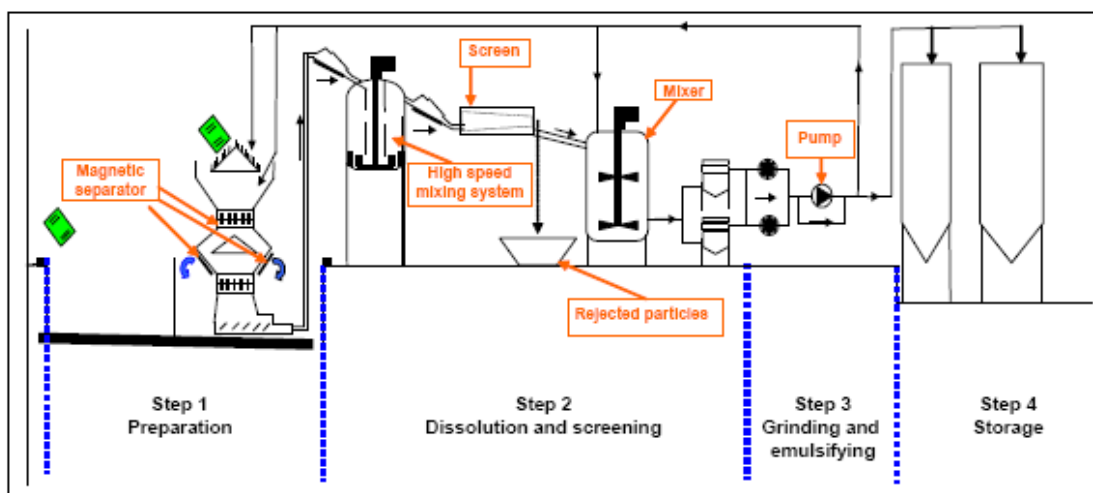
### Principe de fonctionnement

Par fluidification, il faut entendre les procédés dans lesquels les déchets liquides, pâteux et solides sont homogénéisés et déchetés ensemble afin de produire un combustible liquide qui peut effectivement être utilisé comme combustible.

### Flux entrants et sortants

En règle générale, déchets dangereux tels que les résidus d'huile, les solvants usagés, les résidus de synthèse chimique organique, les huiles et les graisses, etc.

### Description du procédé



Magnetic separator	Séparateur magnétique
Screen	Crible
High speed mixing system	Système mélangeur à vitesse élevée
Mixer	Mélangeur
Pump	Pompe
Rejected particles	Particules rejetées
Step 1	Etape 1

Preparation	Préparation
Step 2 Dissolution and screening	Etape 2 Dissolution et criblage
Step 3 Grinding and emulsifying	Etape 3 Broyage et émulsification
Step 4 Storage	Etape 4 Stockage

**Figure 2.22 : Schéma de principe de l'élaboration de combustibles liquides par fluidification**  
[122, Eucopro, 2003]

Principaux procédés et étapes de production :

#### Homogénéisation préalable

L'homogénéisation préalable des déchets entrants repose sur leurs caractéristiques physico-chimiques. L'homogénéisation préalable consiste à produire un premix dont les caractéristiques physiques sont acceptables pour le procédé de fluidification. Cette étape permet d'éviter que différents types de problèmes comme l'obstruction des trémies/tuyauteries/machines ne surviennent au cours du procédé.

#### Alimentation du procédé de fluidification avec les déchets contenus dans les installations de stockage en aval

Les déchets solides sont manipulés par une pelle mécanique, un bras hydraulique, un pont roulant ou un chargeur hydraulique. Ils sont transférés à destination du procédé de fluidification par un convoyeur à vis ou un convoyeur redler (transporteur à chaîne). Les boues sont manipulées avec des pelles hydrauliques, des ponts roulants et/ou des pompes hydrauliques à piston capables de traiter des matières à viscosité élevée. Les déchets liquides sont manipulés avec des pompes. Les technologies de pompage doivent permettre d'accepter des fluctuations de qualité ainsi que la présence de particules en suspension.

#### Procédé de fluidification

Il comprend quatre étapes principales.

##### *Calibration de la partie pâteuse*

Cette étape consiste à déchiqueter les particules grossières, à extraire toute pièce métallique étrangère assemblée accidentellement dans les déchets chimiques puis à transférer cette matière pâteuse dans la cuve de mélange. Les déchiqueteurs sont des déchiqueteurs à mouvement lent, utilisés pour les déchets inflammables et à bas point d'éclair (par exemple, des cisailles rotatives à un seul rotor ou à deux rotors) et des déchiqueteurs prévus pour les déchets spécifiques (par exemple, des déchiqueteurs cryogéniques). Les technologies d'extraction des parties solides indésirables comprennent, pour les métaux, des séparateurs de métaux ferreux et non ferreux et des tamis vibrants et/ou des grilles statiques pour les particules plus grosses. Le transfert des matières est réalisé par des vis et des pompes (par exemple, des pompes à béton).

Une conception simplifiée est également possible afin de réduire les investissements : elle consiste en une unité de plus faible capacité, qui est prévue spécifiquement pour les déchets moins problématiques (c'est-à-dire dépourvus de pièces grossières). Dans ce cas, les matières peuvent être transférées à destination de l'étape de mélange par déchiquetage. L'installation d'un filtre rotatif permet, le cas échéant, d'éliminer de grandes quantités de matières inutiles.

##### *Dissolution et criblage*

Cette deuxième étape permet de dissoudre et d'émulsifier les parties pâteuses dans une phase avec solvant, pour obtenir une matière homogène.

La dissolution des composés organiques solides dans une phase liquide composée de solvants et/ou d'eau usée est réalisée avec des mélangeurs spéciaux, des cribles rotatifs et des réservoirs tampons. Les mélangeurs peuvent répondre aux contraintes des matériaux collants contenant des



solides résistants et volumineux en suspension. Ils pulvérisent les solides entre le rotor et le stator et les assemblent dans la phase liquide. Ensuite, le mélange liquide est admis à l'intérieur d'un crible rotatif, qui extrait les morceaux de matières plastiques fragmentées par le déchiquetage de l'étape précédente. Un réservoir tampon recueille les matières en cours de préparation à la fin de cette étape.

### *Broyage et émulsification*

Cette troisième étape consiste à broyer finement toutes les particules solides qui sont restées en suspension dans la phase liquide. Elle consiste également à élaborer une fine émulsion entre la phase aqueuse et la phase hydrocarbure constituant le combustible liquide. La stabilité et la qualité de la combustion du combustible issu des déchets sont directement fonction à la fois de son homogénéité et de la taille de la fragmentation des solides en suspension.

Ces critères nécessitent des technologies de broyage/d'émulsification à vitesse élevée protégées par des séparateurs magnétiques et des filtres mécaniques. Les équipements doivent être suffisamment souples pour accepter des fluctuations de la viscosité, de la densité et de la nature des solides en suspension.

Le combustible liquide est contrôlé à cette étape, lors du remplissage du réservoir tampon. Certains paramètres tels que le pH et la viscosité peuvent faire l'objet d'un contrôle continu tout au long du procédé. D'autres paramètres tels que le pouvoir calorifique, la composition et le point d'éclair sont contrôlés à partir d'échantillons prélevés pendant la production. Si la qualité ne correspond pas aux spécifications, le combustible doit être de nouveau traité avant d'être transféré vers l'unité de stockage.

Une conception plus simple est possible pour les unités de petite capacité : les étapes 2 et 3 sont alors réalisées simultanément. Dans ce cas, la cuve de mélange et le réservoir tampon sont un seul et même élément et la ligne de broyage débouche dans la cuve de mélange.

### *Stockage et répartition*

Lorsque le niveau du réservoir tampon est suffisamment élevé, les matières sont transférées par pompage vers leur stockage final. Au cours de ce transfert, un dernier ajustement de la qualité du combustible peut être effectué par des broyeurs et des filtres opérant sur la ligne de transfert. En règle générale, l'unité formant la capacité de stockage se compose de réservoirs cylindriques-coniques verticaux dotés d'équipements d'assemblage. Deux technologies d'assemblage sont appropriées pour homogénéiser le combustible liquide :

- un mélangeur marin long installé sur le toit du réservoir
- un système de pompage qui assemble le dessus et le fond du réservoir par une circulation en boucle.

La distribution au client s'effectue par une station de chargement des camions, qui est elle-même alimentée par l'unité de stockage mentionnée ci-dessus.

### **Utilisateurs**

Usines de co-incinération (par ex. cimenterie).

### **2.5.2.3 Elaboration d'émulsions à partir de déchets liquides/semi-liquides dangereux**

#### **Objectif**

Produire un combustible homogène et stable issu de déchets liquides et semi-liquides.

#### **Principe de fonctionnement**

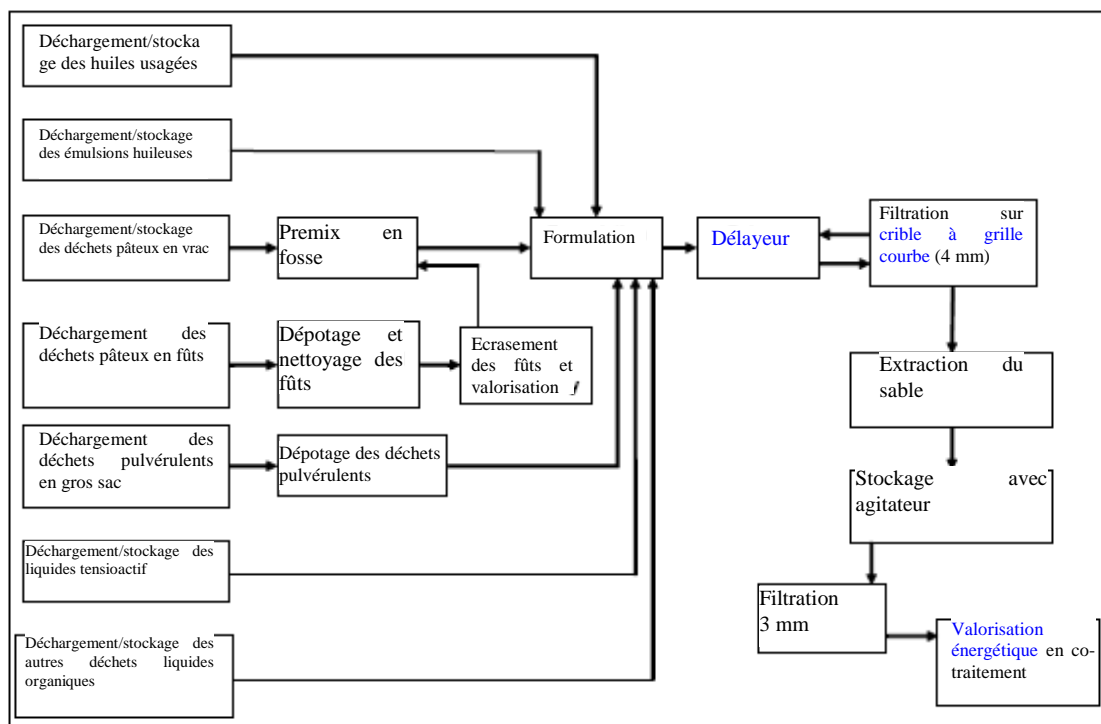
Ce procédé repose sur le contrôle de l'assemblage par l'ajout de produits chimiques ou d'agents tensioactifs sélectionnés.

### Flux entrants et sortants

En règle générale, les émulsions sont produites à partir des déchets dangereux tels que les huiles et les émulsions des industries mécaniques et métallurgiques, les déchets et les boues contenant de l'huile issus du raffinage du pétrole, des ratés de production, etc.

### Description du procédé

Les installations ont une conception et une configuration similaires à celles utilisées dans le cadre de la préparation des minéraux broyés non traités, pâteux pour la production de clinker dans les cimenteries.



Unloading/storage used oils	Déchargement/stockage des huiles usagées
Unloading/storage oils emulsions	Déchargement/stockage des émulsions huileuses
Unloading/storage pasty wastes in bulk	Déchargement/stockage des déchets pâteux en vrac
Pre-mixing in pit	Premix en fosse
Formulation	Formulation
Delayer	Délayeur
Filtration with a curved sieve (4 mm)	Filtration sur crible à grille courbe (4 mm)
Unloading pasty wastes in drums	Déchargement des déchets pâteux en fûts
Drums emptying and cleaning	Dépotage et nettoyage des fûts
Drums pressing and recovery	Ecrasement des fûts et valorisation
Sand extraction	Extraction du sable
Unloading pulverulent wastes in big bag	Déchargement des déchets pulvérulents en gros sac
Pulverulent waste emptying	Dépotage des déchets pulvérulents
Storage with agitator	Stockage avec agitateur
Unloading/storage surfactant liquids	Déchargement/stockage des liquides tensioactifs
Filtration 3 mm	Filtration 3 mm
Energy recovery in co-processing	Valorisation énergétique en co-traitement
Unloading/storage others organic liquids wastes	Déchargement/stockage des autres déchets liquides organiques

**Figure 2.23 : Schéma de principe de la préparation des émulsions**  
[122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]

Principaux procédés et étapes de production :

### Alimentation des unités de production avec les déchets provenant du stockage

Avant leur introduction dans le procédé de production, les déchets sont déconditionnés avec des équipements adaptés à leurs caractéristiques physiques. Les déchets pâteux extraits des fûts sont entreposés dans des fosses spéciales. Ils sont tout d'abord transvasés par une pelle mécanique dans une fosse d'homogénéisation. Puis, ils sont transférés dans une trémie afin d'être injectés dans le procédé de production par l'intermédiaire d'un convoyeur à vis ou d'une pompe à béton. Les déchets pulvérulents tels que les peintures et les poudres de lavage sont réceptionnés dans de gros sacs. Ils sont directement injectés dans le procédé de production au moyen d'équipements adaptés afin de capturer les émulsions de poussière. Les déchets liquides sont manipulés au moyen d'une pompe. Les technologies de pompage (pompe centrifuge, pompe volumétrique avec rotor extérieur, etc.) doivent pouvoir accepter des fluctuations de viscosité et la présence de particules en suspension.

### Formulation

En fonction des caractéristiques physico-chimiques des déchets stockés, le laboratoire définit les spécifications, y compris la nature et les quantités de déchets qui peuvent être injectés dans les procédés de production. Des tests de compatibilité sont également mis au point. Ces tests sont réalisés pour toutes les opérations afin de vérifier la conformité aux spécifications du combustible issu des déchets.

### Procédé de production

Le procédé de production qui est un procédé discontinu (par lots) est réalisé au moyen de mélangeurs spéciaux (appelés « délayeurs »), fermés afin d'éviter les émissions de COV. Les différents composants sont introduits dans le mélangeur en fonction des spécifications du laboratoire. Un agitateur permet d'avoir une émulsion stable. Au cours de cette étape, plusieurs paramètres sont surveillés, notamment la viscosité, le pH, la température et les spécifications du moteur. L'un des objectifs de cette surveillance est de détecter une quelconque réaction de polymérisation susceptible d'entraîner des problèmes de production.

### Criblage

Après obtention de l'émulsion, elle est de nouveau mise en circulation au moyen d'une pompe centrifuge à destination du mélangeur et à travers un crible à grille courbe permettant de retenir les particules d'une taille supérieure à 4 mm.

### Extraction du sable

Lorsque le mélangeur est vidé et avant leur envoi à l'unité de stockage, les matières sont acheminées par pompage dans une fosse en béton dotée d'une zone de sédimentation. L'objectif est de séparer par densité toutes les particules minérales solides (par ex. le sable) susceptibles d'être présentes dans les matières.

### Stockage et distribution

Les matières sont transférées par pompe centrifuge vers l'unité formant la capacité de stockage. Cette dernière se compose généralement de réservoirs en béton ou de réservoirs cylindriques verticaux en acier dotés d'équipements d'assemblage. Trois technologies d'assemblage sont appropriées afin de maintenir l'homogénéité :

- un agitateur immergé
- un agitateur lent avec racleur pour éviter la sédimentation
- un système de pompage qui assemble le dessus et le fond du réservoir avec une circulation en boucle à débit élevé (autour de 250 m<sup>3</sup>/h).

La qualité du combustible est contrôlée afin de garantir que ses caractéristiques sont conformes aux spécifications du client. Dans certains cas spécifiques l'addition de déchets à pouvoir calorifique élevé est possible si leur pouvoir calorifique est jugé trop faible.

La distribution aux usines de co-traitement est effectuée par une station de chargement de camion. Un criblage final (à travers un filtre de 3 mm) est réalisé lors du chargement.

### Utilisateurs

Usines de co-incinération (par ex. cimenterie).

### 2.5.2.4 Traitements des huiles usagées dans lesquels les déchets SORTANTS sont essentiellement utilisés comme combustibles

Il existe deux options principales de traitement des huiles usagées (voir Figure 2.13 de la Section 2.4.1). La première, dénommée « re-raffinage » dans le présent document (voir Section 2.4.1) consiste à traiter les huiles usagées pour les convertir en une matière susceptible d'être utilisée comme huile de base dans la fabrication des lubrifiants. La seconde consiste à traiter les huiles usagées dans le but de produire une matière qui servira principalement de combustible ou qui servira à d'autres usages (par ex. absorbant, huile de démoulage, huile de flottation). Ces traitements sont présentés ci-après. Ainsi qu'il est spécifié pour l'ensemble du présent document, ce classement a été adopté pour ce BREF et ne saurait constituer une quelconque tentative pour définir l'un quelconque des codes « R » (valorisation) de la législation communautaire sur les déchets.

Il est possible d'utiliser le pouvoir calorifique des huiles usagées. Les huiles usagées ont une valeur économique lorsqu'elles sont utilisées comme combustible de substitution, principalement à la place du charbon, du diesel, et du mazout domestique. Il existe un certain nombre d'applications de combustion différentes pour les huiles usagées, qui se distinguent en partie par leur température de combustion et en partie par la technologie de contrôle mise en œuvre pour en réduire les effets sur l'environnement. Avant de les utiliser comme combustible, il est parfois nécessaire de leur appliquer plusieurs traitements de nettoyage et de transformation. Ces derniers sont présentés dans le Tableau 2.16.

Type de traitement	Changements introduits par suite du traitement	Utilisation du combustible	Secteur industriel d'utilisation
Aucun traitement. Utilisation directe dans un procédé de combustion (non couvert dans ce document)	Aucun changement	Utilisation directe comme combustible dans les fours, les fourneaux, etc.	Incinérateurs de déchets, Cimenterie, Générateurs de chauffage (garages, serres, ateliers, etc.) <sup>1</sup> , A bord des navires (utilisant généralement des huiles marines), Industries de la pierre de taille.
Retraitement modéré	Elimination de l'eau et des sédiments	Mélange du combustible issu des déchets au mazout (en remplacement du mazout)	Cimenterie, Usines de cailloutis et graviers, Gros moteurs marins, Centrales électriques à combustible pulvérisé
Retraitement intense (procédés chimiques ou thermiques)	Mazout lourd démétaillé (ou distillat lourd)	Mélange du combustible issu des déchets au mazout (en remplacement du mazout)	Diesel marin, Combustible pour centrales thermiques
Craquage thermique	Matière démétaillée et craquée	Gasoil de type distillat	Gasoil (également dénommé mazout domestique, combustible diesel, mazout léger, etc.), Mazout lourd démétaillé,

Type de traitement	Changements introduits par suite du traitement	Utilisation du combustible	Secteur industriel d'utilisation
			Gasoil marin, Huile de base légère re-raffinée non utilisée comme combustible
Hydrogénation	Réduction de la teneur en soufre et en HAP		
Gazéification <sup>2</sup>	Conversion en gaz de synthèse (H <sub>2</sub> + CO)	Gaz combustible	Production chimique de méthanol Grandes installations de combustion (par ex. turbines à gaz)
<sup>1</sup> Interdit dans certains Etats membres			
<sup>2</sup> Informations complémentaires dans la section 2.5.3			

**Tableau 2.16 : Traitements appliqués aux huiles usagées avant leur utilisation comme combustible**  
[5,Concawe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 2.5.2.4.1 Combustion directe des huiles usagées

La combustion des huiles usagées sans aucun traitement est une option d'élimination/de traitement utilisée dans toute l'Europe, dont la popularité est variable en fonction de la situation économique et des réglementations locales. Il existe quatre secteurs identifiés dans lesquels les huiles usagées sont brûlées directement : dans les cimenteries (voir le BREF sur le ciment et la chaux); dans les incinérateurs de déchets (voir le BREF sur l'incinération des déchets); dans les hauts-fourneaux comme agent réducteur/combustible (voir le BREF sur la sidérurgie), et dans les grandes installations de combustion (voir le BREF sur les grandes installations de combustion). Comme ces traitements sont déjà couverts dans d'autres BREF, ils ne sont pas inclus dans le champ d'application du présent document.

#### 2.5.2.4.2 Retraitement modéré des huiles usagées

##### Objectif

Nettoyer les huiles usagées afin d'améliorer leur propriétés physiques, de manière à permettre leur utilisation comme combustible par un éventail plus large d'utilisateurs finaux.

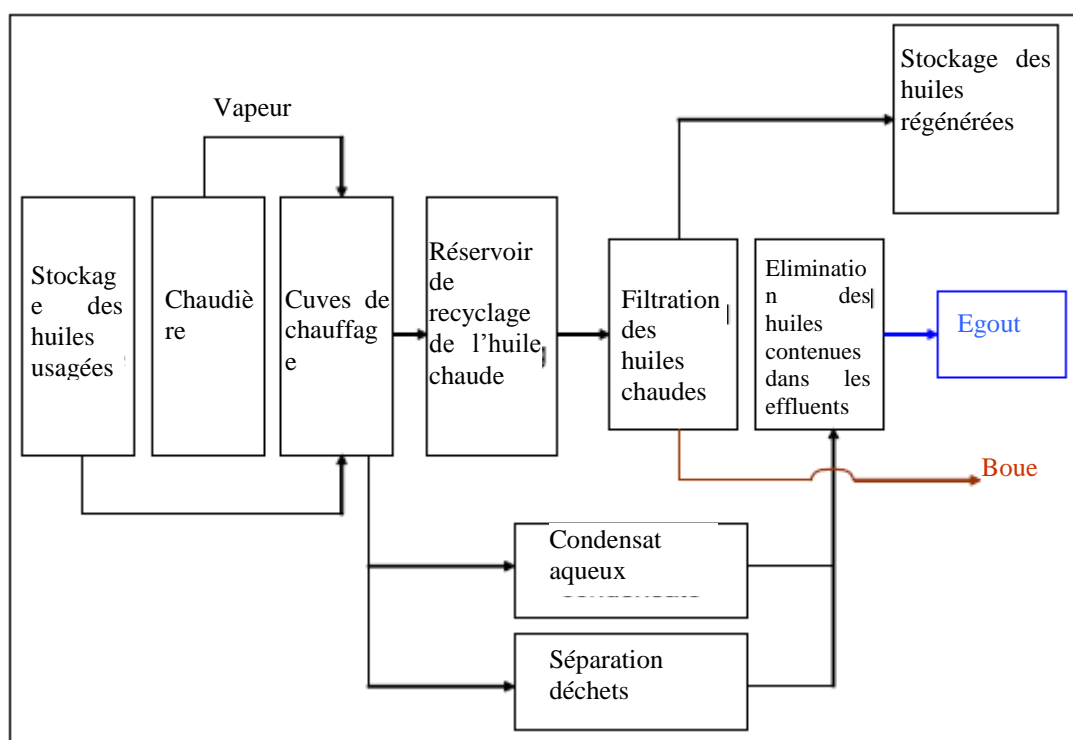
##### Principe de fonctionnement

Les traitements impliquent la sédimentation des solides et de l'eau, une déminéralisation chimique, une centrifugation et une filtration sur membrane.

##### Flux entrants et sortants

Huiles usagées en général. Un simple procédé de nettoyage est appliqué aux huiles usagées destinées au séchage de l'asphalte ou à l'assemblage des combustibles avant toute utilisation ultérieure.

##### Description du procédé



Steam	Vapeur
Waste oil storage	Stockage des huiles usagées
Boiler	Chaudière
Heating vessels	Cuves de chauffage
Warm oil recycling tank	Réservoir de recyclage de l'huile chaude
Warm oil filtration	Filtration des huiles chaudes
Removal oil from effluent	Élimination des huiles contenues dans les effluents
Recovered oil storage	Stockage des huiles régénérées
Sewer	Egout
Aqueous condensate	Condensat aqueux
Separation waste	Séparation déchets
Sludge	Boue

**Figure 2.24 : Exemple de retraitement modéré des huiles usagées**  
[55, UK EA, 2001]

### Décantation

L'eau et les sédiments sont mis à décanter dans un réservoir après avoir mélangé l'huile usagée avec un désémulsifiant. La décantation est facilitée par le chauffage du réservoir jusqu'à 70/80 °C. Si nécessaire, l'huile claire est décantée et passée à travers une série de filtres. Les eaux résiduelles et les sédiments sont traités. Un simple traitement de nettoyage pour éliminer l'eau et les sédiments (bien que généralement les métaux lourds, les halogènes et le soufre ne soient pas concernés) est appliqué avant l'utilisation ultérieure de l'huile usagée comme combustible de substitution.

### Déminéralisation chimique

Ce procédé permet d'éliminer les contaminants métalliques et les additifs. Le procédé chimique repose sur la précipitation des sels tels que les phosphates, les oxalates et les sulfates. Le combustible issu des déchets est approprié à la combustion en tant que « huile noire » et produit moins de polluants atmosphériques en raison de son traitement préalable. L'eau est généralement retirée par désémulsification et chauffage. Le précipité est éliminé par décantation et filtration. Malheureusement, les produits chimiques et les usines nécessairement mis en jeu sont très onéreux par rapport à la valeur ajoutée que représente le combustible produit. En outre, ce procédé engendre des déchets dangereux.

### Filtration sur membrane

Elle produit une huile recyclée de qualité élevée, une huile concentrée et des eaux résiduelles.

### Utilisateurs

L'huile usagée est un substitut pour le gasoil léger depuis plusieurs années, avec pour effet de réduire les coûts opérationnels et de constituer une filière utile d'élimination des huiles usagées. Les détails relatifs à l'ampleur de cette filière en Europe sont flous mais il est vraisemblable que le mazout combiné peut être vendu comme mazout lourd (combustible de soute), et pour être utilisé dans les usines d'asphalte et les centrales électriques. La matière, issue de la filtration sur membrane est appropriée comme combustible de démarrage des centrales électriques ou comme produit de charge du carburant diesel. Les huiles usagées concentrées, après filtration sur membrane peuvent servir à la vaporisation du charbon où les contaminants sont liés avec des composés à base de silice après combustion. Le Tableau 2.17 présente quelques unes des utilisations des huiles usagées après un retraitement modéré.

Secteur d'utilisation des huiles usagées traitées	Commentaires	Pays d'utilisation
Usines de cailloutis et graviers ou usines de mélange d'asphalte	Les huiles usagées retraitées sont brûlées afin de sécher les pierres dures pour la fabrication des matériaux destinés au revêtement des routes. Les pierres sont séchées puis redimensionnées et mélangées ensuite à du bitume et à des charges.	Courant en Belgique et en Royaume-Uni. Toutefois cette utilisation est interdite en Italie par certaines instances environnementales
Chaux sèche	Les huiles usagées retraitées sont brûlées pour sécher la chaux. Certains contaminants acides peuvent être capturés par les matières solides.	
Mélange au mazout	Les huiles traitées peuvent être mélangées au mazout. Dans ce cas, la quantité maximale d'huile usagée traitée pouvant être assemblée avec d'autres flux lourds est limitée par des spécifications de teneur en cendres (environ 0,1% max. en règle générale), et de teneur en soufre et doit parfois être en conformité avec la plage de viscosité spécifiée.	
Centrales électriques	Les huiles usagées sont utilisées dans des centrales électriques à charbon pulvérisé, principalement comme combustible de démarrage des fours, mais parfois aussi en complément du combustible principal si l'apport de chaleur est restreint (voir le BREF sur les grandes installations de combustion [64, EIPPCB, 2003]).	
Combustion de l'huile usagée dans des générateurs de chauffage	Après une étape de pré-traitement séparé dans laquelle l'eau et les sédiments sont éliminés, l'huile usagée nettoyée (voir section 2.4.1.1) est brûlée dans de petits générateurs de chauffage dans les garages, les ateliers et les serres. Des réchauffeurs autonomes	Ce type de combustion représente, semble-t-il, une consommation annuelle de 40 kt d'huile usagée au Royaume-Uni. En Belgique et au Danemark, son utilisation dans les garages et dans les serres est dans la plupart des cas illégale : (son élimination en tant que déchet



Secteur d'utilisation des huiles usagées traitées	Commentaires	Pays d'utilisation
	spéciaux sont fabriqués à cette fin. En règle générale, dans ce type de brûleur, les gaz d'échappement ne sont pas épurés et des substances nocives et polluantes sont susceptibles d'être rejetées dans l'air. Cette filière est habituellement utilisée à petite échelle (environ < 10MW <sub>th</sub> ). Cette utilisation permet de disposer d'une source de chauffage économique et l'huile usagée est éliminée à son point de génération.	dangereux est soumise à autorisation).
A bord des navires	Il s'agit en règle générale d'huiles marines usagées. Les huiles marines provenant des bateaux et de sources terrestres sont mélangées afin de disposer de meilleurs paramètres de traitement et de séparation. L'huile est utilisée comme combustible fini ou comme fluxant (produit de coupe) ce qui signifie que différents flux sont assemblés afin de satisfaire aux spécifications des plages de viscosité. Le mazout combiné est commercialisé comme mazout de soute. L'huile usagée est décantée pour en éliminer l'eau ; si nécessaire, il est possible d'amplifier la démixtion (séparation) en ajoutant des agents casseurs d'émulsion et/ou en élevant la température. L'huile est ensuite filtrée et centrifugée. L'huile obtenue est entreposée dans un réservoir de stockage et est échantillonnée. Certaines huiles usagées nettoyées sont couramment utilisées dans les moteurs marins pour la production d'électricité.	Quelques exemples en Espagne

**Tableau 2.17 : Utilisation des huiles usagées comme combustible après retraitement modéré [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003]**

### 2.5.2.4.3 Retraitement intense

#### Objectif

La combustion après un traitement intense vise à séparer la fraction d'huile usagée combustible des fractions résiduelles moins désirables contenant des métaux, des cendres non combustibles, des poussières et des saletés. Le retraitement « intense » transforme les huiles usagées en combustibles pouvant être brûlés dans des conditions similaires à celles de la combustion des mazouts.

#### Principe de fonctionnement

Utilisation de colonne éclair et de colonnes de distillation (sous vide) pour produire une huile usagée plus propre adaptée à une utilisation comme combustible. Il existe plusieurs procédés commerciaux (voir les descriptions ci-dessous)

### Flux entrants et sortants

L'huile usagée démétallisée produite (également appelée distillat lourd ou mazout lourd) est brûlée en tant que diesel marin ou combustible pour centrales thermiques.

#### Déchets SORTANTS issus du procédé « Trailblazer » (voir description du procédé ci-dessous)

- Hydrocarbures légers comprenant l'essence, le kérosène, etc.
- Distillats sous vide. Ce sont les hydrocarbures dépourvus de cendres de la gamme des diesels ; ils satisfont aux spécifications des mazouts pour plusieurs applications, y compris pour une utilisation en tant que diesel marin.
- Produit de charge de l'asphalte. Cette matière est constituée par les culots résiduels des tours sous vide. Les produits de charge de l'asphalte contiennent des métaux, des additifs et des composés de la dégradation. D'après un éventail de tests, la lixiviation du métal encapsulé dans l'asphalte fini est faible.

#### Déchets SORTANTS issus du procédé de désasphaltage au propane (voir description ci-dessous)

L'huile de base produite est appropriée uniquement comme produit de charge du diesel car les huiles lubrifiantes de base non finies produites ne sont pas commercialisables. Les « culots » servent à la production de bitumes. Ce procédé donne des matières plus commercialisables que la régénération par traitement chimique ou par hydrogénation. C'est la raison pour laquelle il est parfois, dans certaines conditions opérationnelles, considéré comme un procédé de re-raffinage en raison du pourcentage élevé d'huiles de base produites. Des informations complémentaires sont disponibles dans le Tableau 2.12.

### Description du procédé

Il existe certains traitements chimiques (traitement à l'acide/ à l'argile, extraction au solvant, extraction au propane, etc.) sans étape de finissage comme pour les traitements thermiques (procédé « Trailblazer », procédé « Vaxon », etc.). Une brève description des procédés actuellement disponibles sur le marché est présentée ci-après :

#### Procédé « Vaxon »

Il comprend un traitement par une série d'évaporateurs cyclones sous vide, suivi d'un traitement chimique des distillats obtenus. Il existe plusieurs étapes :

- La première étape élimine l'eau, le naphtha et les fractions légères
- La deuxième étape élimine le gasoil, l'huile fine ou le mazout domestique des huiles usagées en vrac
- Les troisième et quatrième étapes séparent différentes coupes de distillat d'avec le résidu (dans lequel sont concentrés tous les métaux, les additifs, les sédiments, les hydrocarbures lourds et les composés de dégradation).

Les distillats obtenus sont ensuite disponibles comme combustibles industriels de bonne qualité. Ce procédé a été modifié pour créer des huiles de base re-raffinées (voir Tableau 2.12).

#### Procédé « Trailblazer »

Dans ce procédé, l'huile usagée est déshydratée dans une tour de distillation éclair, maintenue sous forte chaleur (heat-soaked) puis traitée par distillation sous vide pour produire trois flux en sortie. L'huile sous forme de distillat dépourvu de cendre est obtenue avec un rendement de 80 % sur une base sèche.

#### Procédé de désasphaltage au propane (PDA)

Il existe deux types de procédés, dénommés procédé « à une seule étape » et procédé « à deux étapes ». Des informations complémentaires sont disponibles dans le Tableau 2.12. L'huile est mélangée avec du propane liquide, sous pression élevée et à température ambiante, dans l'unité

de désasphaltage pour permettre la séparation de la fraction asphaltique résiduelle. Les composants de l'huile usagée (c'est-à-dire la fraction asphaltique contenant du carbone, des additifs métalliques, des résines, des additifs, des polymères, des composés de dégradation et l'asphalte) ne sont pas solubles dans le propane : ils précipitent et peuvent être éliminés par décantation. Le procédé comporte les étapes présentées dans le Tableau 2.18.

<b>Déshydratation et de-fueling</b>	Prédistillation. L'eau, les fractions légères et les traces de combustibles contenues dans l'huile usagée sont éliminées par stripping à l'air ou sous vide léger ; une ou deux colonnes peuvent être utilisées pour cette opération
<b>Désasphaltage</b>	Procédé de désasphaltage au propane, fractionnement et hydrotraitement. L'asphalte est séparé des fractions valorisables de l'huile usagée par extraction au propane liquide. Il existe deux versions : <ol style="list-style-type: none"> <li>1) à une seule étape : en aval de l'unité PDA, l'huile clarifiée est séparée du propane puis soumise à l'hydrotraitement. Enfin, le fractionnement dans une colonne sous vide produit les coupes d'huile de lubrification souhaitées.</li> <li>2) à deux étapes : l'huile clarifiée provenant de la première unité PDA est distillée et fractionnée dans une colonne sous vide. La fraction de bas de colonne, qui contient toujours des impuretés, est envoyée à la deuxième unité PDA ; la fraction asphaltique obtenue est renvoyée dans la première unité PDA pour y être recyclée. Les fractions d'huile issues des coupes latérales de la colonne sous vide et la coupe lourde clarifiée dans la deuxième étape PDA, sont hydrogénées séparément dans le cadre de l'hydrotraitement. Le procédé à deux étapes, par rapport au procédé à une seule étape permet de prolonger la durée de vie du catalyseur d'hydrotraitement, mais il implique des investissements et des coûts opérationnels plus élevés.</li> </ol>
<b>Fractionnement</b>	Distillation sous vide
<b>Finissage</b>	Traitement à l'argile ou hydrotraitement : Après les étapes de distillation successives, la teneur en chlore des distillats est réduite par un traitement avec du sodium métallique
<b>Rendement</b>	74 % en base sèche pour le procédé de l'IFP (97 % déshydratation de-fueling, 80 % désasphaltage), 95 % d'hydrofinissage (pression moyenne), 80 % en base sèche pour le procédé de Snamprogetti, 5 % de combustible, 9 % de gasoil et 6 % de résidu
<b>Dimensions courantes des installations</b>	
<b>Avantages</b>	Rendement élevé et combustibles issus des déchets de bonne qualité (si hydrotraités)
<b>Inconvénients</b>	Plus ou moins onéreux en fonction du nombre d'étapes de PDA. Importante quantité de résidus à éliminer
<b>Commentaires</b>	Procédé à une seule étape : l'IFP a le premier appliqué cette technologie en 1968 à Pieve Fissiraga en Italie (Usine Viscolube). Une usine en Italie produit 57 kt/an. Procédé à deux étapes : Snamprogetti a installé cette technologie en 1982 sur l'usine de Ceccano (Viscolube) en Italie.

**Tableau 2.18 : Informations sur les procédés de désasphaltage au propane (PDA)**  
[7, Monier et Labouze, 2001, 86, TWG, 2003]

#### Utilisateurs

Une usine mettant en jeu le procédé « trailblazer » ayant une capacité de 150 kt/an d'huiles usagées fonctionne en Louisiane, aux Etats-Unis. Certains de ces procédés sont semblables à ceux utilisés dans les raffineries. En règle générale, les combustibles usagés qui en sont issus sont utilisés comme diesel marin ou comme combustible dans les installations de chauffage.

#### 2.5.2.4.4 Craquage thermique

### Objectif et principes de fonctionnement

Le craquage thermique utilise la chaleur pour casser les molécules d'hydrocarbure à longue chaîne (par exemple, celles contenues dans les huiles usagées) en molécules plus courtes, et permet ainsi de générer des combustibles liquides plus légers. De cette manière, les molécules plus grosses des hydrocarbures plus visqueux et moins précieux sont converties en combustibles liquides moins visqueux et plus précieux.

### Flux entrants et sortants

Le craquage thermique accepte divers types d'hydrocarbures : huiles usagées, combustibles marins usagés, huiles de friture mais parfois aussi avec certaines conceptions technologiques, les matières plastiques usagées (par exemple les huiles usagées éliminées dans leur conteneur d'origine). La stratégie du craquage thermique consiste à craquer les grosses molécules visqueuses et à les transformer en molécules plus petites plus précieuses, allant des mazouts lourds démétaillés aux huiles de lubrification industrielles légères re-raffinées, incluant des produits de type gasoil ainsi que d'autres matières destinées à d'autres usages. En conséquence, le craquage thermique peut être configuré pour produire l'ensemble des sorties énumérées ci-après (Tableau 2.19).

Configuration de l'installation	Sorties	%
1	Gaz d'échappement	5
	Naphtha	8
	Mazout lourd démétaillé ou mazout marin	77
	Résidus solides	10
2	Gaz d'échappement	10
	Naphtha	15
	Gasoil (également appelé carburants diesels, mazouts domestiques, mazouts légers)	65
	Huile de lubrification légère	Petite fraction
	Résidus lourds	10
3	Gaz d'échappement	5
	Naphtha	10
	Gasoil	30
	Huile de lubrification légère re-rafinée <sup>1</sup>	45
	Résidus lourds	10

<sup>1</sup> Cette configuration est parfois comprise dans les procédés de re-raffinage en raison du pourcentage élevé d'huile de lubrification re-rafinée. Certaines matières craquées sont utilisées comme huile de flottation, huile de démoulage ou comme absorbant de naphthalène dans l'épuration des gaz des fours à coke.

**Tableau 2.19 : Exemple de production (sorties) dans des conditions de fonctionnement appropriées [7, Monier et Labouze, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]**

Si l'on souhaite disposer d'une configuration de production de gasoil, on fait appel au mode de craquage le plus intense et par conséquent l'entrée de chaleur est maximisée et le rendement correspond à la capacité nominale. Si l'on préfère obtenir du mazout lourd démétaillé comme sortie principale de l'installation, on peut modifier les conditions de fonctionnement du procédé à cette fin. Grâce à cette variabilité, le craquage thermique est une véritable aubaine car il permet de s'adapter aux fluctuations de la valeur des produits sur le marché.

### Description du procédé

Le procédé fonctionne à des températures très élevées (et permet donc l'évaporation de toute l'eau présente). Après élimination de l'eau, la plupart des métaux lourds contenus sont éliminés sous forme de boue ou par le biais d'un traitement à l'acide avant l'étape de craquage. Le craquage thermique de l'huile usagée prétraitée s'effectue à 420 °C à basse pression (sans catalyseur). Les étapes ultérieures de distillation et de stabilisation donnent un produit commercialisable (gasoil). En fonction de l'intensité du craquage, la matière obtenue est un mazout, un combustible approprié pour être utilisé en mélange avec du diesel (produit de charge du diesel) ou des matières utilisées comme huile de lubrification légère et des matières destinées à d'autres emplois. Il existe de nos jours plusieurs procédés, notamment :

Procédés SOC

- SOC1 : déshydratation suivie d'un craquage thermique, réalisé dans des serpentins de chauffage avec des maturateurs ou des chaudières chauffées. Ce procédé est adapté aux petites usines, de 6 à 15 kt/an et n'offre que des possibilités d'alimentation limitées.
- SOC2 : déshydratation suivie d'un craquage thermique, réalisé dans un four rotatif à combustion indirecte. Ce procédé est adapté pour de grosses capacités et peut également produire des huiles plus réfractaires que le craquage thermique (comme des huiles de synthèse) et des résidus plus carbonés (mazouts de soute, etc.).

Procédés GNP

Ce craquage thermique des huiles usagées, utilisant des systèmes et équipements de type « calibre de raffinerie » est un développement relativement récent. Le procédé comprend une étape de criblage et de déshydratation, puis une étape de craquage thermique, une étape de séparation ou de distillation, en fonction du mélange désiré en sortie ; et finalement une étape de purification et de stabilisation. Cette technologie se caractérise par une grande souplesse tant au plan du fonctionnement que des sorties produites mais aussi par une grande faculté d'adaptation aux fluctuations des valeurs des matières sur le marché. Il peut également être réglé pour conserver une qualité uniforme en sortie, y compris avec une grande variabilité de la charge d'alimentation. En fait, les conditions opérationnelles du procédé (température, pression, temps de résidence, etc.) sont modifiables afin de produire une sortie principale (qu'il s'agisse de mazout lourd, de gasoil ou d'huile de base) maximisée tout en minimisant les flux de sortie secondaires (brûlés dans le procédé pour leur pouvoir calorifique ou commercialisés).

Le gasoil issu du craquage thermique est instable, en l'absence de tout autre traitement supplémentaire. Il peut se décolorer rapidement et précipiter des gommages et des goudrons. Une opération de stabilisation et de purification réalisée en complément du craquage thermique permet de produire un gasoil dépourvu d'odeur, conforme aux réglementations et aux critères de couleur du consommateur, de minimiser la formation de gommages et de goudrons au cours de son stockage et qui est peu acide. A cette fin, il existe plusieurs procédés disponibles :

- le procédé « Robys<sup>th</sup> »
- plusieurs procédés de stabilisation chimique (absorption sur argile, extraction au solvant)
- l'hydrotraitement. Sauf dans le cas des installations autonomes de craquage thermique des huiles usagées, ce traitement risque de ne pas être réalisable en raison de ses coûts d'investissements très élevés et parce qu'il requiert de l'hydrogène gazeux.

Le rendement type du craquage thermique est de 71 %, tel que calculé à partir des rendements partiels des procédés à savoir 95 % pour la déshydratation, 90 % pour le craquage thermique, 83 % pour la distillation et 99,5 % pour la purification/stabilisation.

**Utilisateurs**

Le craquage thermique est un procédé courant de raffinage des huiles minérales, bien connu et qui a fait ses preuves. Il existe au moins deux usines en Europe ; l'une en Belgique avec une production de 40 kt/an et l'autre en Espagne avec une production de 20 kt/an. Cette dernière mélange toutes les fractions légères et lourdes obtenues pour alimenter un moteur thermique produisant de l'électricité. Plus de sept usines fonctionnent aux Etats-Unis avec une capacité totale supérieure à 160 kt/an. La taille des usines pour cette technologie va de 7 à 40 kt/an.

**2.5.2.4.5 Hydrotraitement**

L'hydrotraitement est le nom consacré à l'hydrogénation catalytique dans l'industrie des huiles minérales. Pour les huiles usagées, l'objectif principal est essentiellement d'éliminer les PAH. Il est également de réduire la teneur en soufre des huiles (il s'agit d'une caractéristique potentiellement utile si le diesel et le produit d'addition du diesel sont la sortie prévue).

### 2.5.2.5 Production de biodiesel à partir d'huiles usagées végétales

#### Objectif

L'objectif est de produire un biodiesel à partir d'huiles végétales usagées.

#### Principe de fonctionnement

Implique le nettoyage des huiles usagées.

#### Flux entrants et sortants

Les types d'huiles usagées traités sont collectés dans des centres de transfert de déchet proviennent du secteur de la restauration. Les sorties sont essentiellement du biodiesel, utilisé pour le transport et la glycérine.

#### Description du procédé

Tout d'abord, les huiles usagées sont filtrées et l'eau en est éliminée. L'huile usagée est ensuite séparée par distillation pour donner les sorties.

#### Utilisateurs

Il existe au moins deux usines dans l'Union européenne (en Espagne et en Autriche) et il est prévu d'en construire une au Portugal.

### 2.5.3 Elaboration de combustibles gazeux à partir de déchets

#### Objectif

Préparer un combustible gazeux à partir de déchets liquides ou solides.

#### Principe de fonctionnement

Il existe deux manières de produire des combustibles à partir des déchets :

- la gazéification des déchets à des températures élevées par oxydation partielle puis la conversion des matières contenant du carbone en gaz de synthèse (principalement  $H_2$  et  $CO$ )
- la production de biogaz (principalement de méthane) par digestion anaérobie des déchets (voir la Section 2.2.1 sur les traitements biologiques)

#### Flux entrants et sortants

L'huile usagée peut être injectée dans des installations de gazéification seule ou en combinaison avec d'autres stocks d'alimentation en vue de la conversion des matières contenant du carbone en gaz de synthèse ( $H_2$  et  $CO$ ). Ce procédé peut aussi utiliser des déchets mixtes qui au plan économique ne peuvent être séparés ; par exemple, l'huile et les matières plastiques dans le cas où l'huile usagée est retournée dans son conteneur d'origine.

#### Description du procédé

Voir le BREF sur les raffineries et celui sur l'incinération des déchets.

#### Utilisateurs

La technologie de gazéification est utilisée depuis longtemps à travers le monde dans plus de 100 usines et fournit une option largement répandue pour le réemploi des huiles usagées ainsi que d'autres types de déchets. En règle générale, cette option est retenue lorsqu'un combustible gazeux a une utilisation sur site. A Greve (près de Florence en Italie), un gazéifieur fonctionne avec les granulés des RDF de Florence. Dans ce cas, l'utilisation du combustible gazeux a deux objectifs. Le premier est de produire de l'électricité dans une centrale à gaz pour le réseau national. Le deuxième est de fournir du gaz à une cimenterie située à proximité du gazéifieur. Le gaz de synthèse peut également être utilisé pour la production de méthanol.

## 2.6 Techniques de réduction des émissions

[126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

Il existe de nombreuses techniques sans finalité de production utilisées dans le secteur du traitement des déchets. En particulier, les techniques utilisées pour contrôler et réduire les émissions dans l'air, dans l'eau et dans le sol sont également pertinentes pour le présent document. Les descriptions de bon nombre de ces techniques peuvent être consultées dans le BREF sur les systèmes de traitement/gestion des eaux résiduaires et des effluents gazeux du secteur chimique et dans le chapitre 4 de ce document (Sections 4.6 à 4.8) ainsi que d'autres BREF (comme par exemple le BREF sur l'incinération des déchets). Ces techniques ne sont pas décrites dans cette section parce qu'il s'agit généralement de techniques pouvant être prises en considération dans la détermination des MTD et qu'elles seront par conséquent décrites et analysées dans le Chapitre 4.



### 3 NIVEAUX ACTUELS DE CONSOMMATION ET D'EMISSION

Le présent chapitre fournit des données et des informations sur les niveaux actuels de consommation et d'émission dans les installations existantes au moment de la rédaction. Comme de nombreux types et tailles d'installation de traitement des déchets sont concernés, la plage des données est très grande. L'objectif de ce chapitre est de rassembler, autant que possible les niveaux de consommation et d'émission des différentes installations de traitement des déchets dans leur globalité et autant que possible pour chaque procédé/activité spécifique. Les données mentionnées devraient, dans la plupart des cas, permettre d'établir des estimations de la concentration et des charges des émissions émanant des sites de traitement des déchets. Ces estimations à leur tour devraient aider les autorités compétentes chargées de délivrer une autorisation à vérifier les informations fournies par le demandeur dans son formulaire de demande d'autorisation.

La structure du présent chapitre est semblable à celle du Chapitre 2, et les sections sont divisées comme suit :

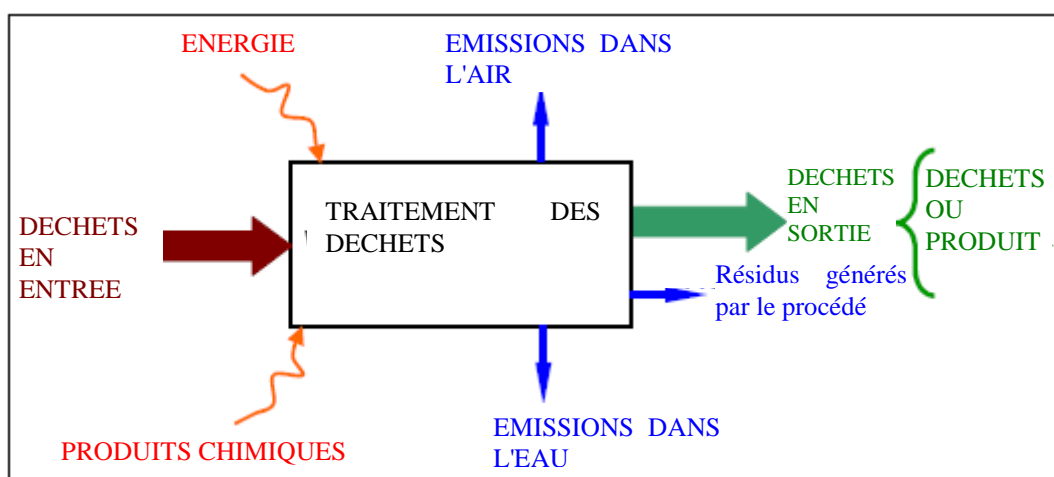
- Section 3.1 : vue d'ensemble des émissions et des consommations provenant des procédés/activités courantes du traitement des déchets
- Section 3.2 à 3.5 : émissions et consommations provenant des différents procédés/activités traités dans le présent document. Là encore, une telle structure/classement ne saurait être entendue comme une tentative d'interprétation de la directive sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution (PRIP) ou de tout texte législatif communautaire relatif aux déchets
- Section 3.6 : émissions et consommations générées par les techniques utilisées pour réduire les émissions
- Section 3.7 : systèmes de surveillance appliqués généralement dans les installations de traitement des déchets

Les sections 3.1 à 3.6 reprennent l'ordre du Chapitre 2 de manière à faciliter toute référence entre ces chapitres. En outre, chacune de ces sections a été structurée de la même manière, en suivant les étapes logiques du flux des matières, c'est-à-dire des déchets ENTRANTS (entrée), des consommations (entrée), des émissions (sortie) et enfin des déchets SORTANTS (sortie). Le Tableau 3.1 explique de manière détaillée cette présentation.

Section	Titre de la section	Informations incluses
3.X.1	Déchets ENTRANTS	Description du type des déchets susceptibles d'être traités et de leurs propriétés physico-chimiques. Cette section est importante parce que le type de déchet en entrée est pertinent pour la détermination des émissions éventuelles, des déchets résiduels et pour la composition des déchets en sortie.
3.X.2	Consommations	Consommation d'énergie (c'est-à-dire combustible, chauffage, électricité) et de produits chimiques (c'est-à-dire eau, air, additifs, catalyseurs)
3.X.3	Emissions	Cette partie comprend les émissions dans l'air et dans l'eau de tous les composants par suite d'une opération d'un procédé ou liée aux déchets en entrée. Les résidus (également des déchets dans de nombreux cas) liés au type de procédé y sont également traités.
3.X.4	Déchets SORTANTS	Lorsque la production d'un certain procédé doit être utilisée comme entrée d'un autre procédé, il est également important de connaître les propriétés physico-chimiques de cette sortie. Dans certains cas, ce détail n'est pas important : il est alors omis.
X étant de 1 à 6 : 1 Techniques courantes, 2. Traitements biologiques, 3. Traitements physico-chimiques, 4 Traitements de régénération, 5 Elaboration des combustibles issus des déchets et 6 Techniques de réduction des émissions		

**Tableau 3.1 : Structure de chaque section du Chapitre 3**

La Figure 3.1 représente un diagramme du bilan massique/énergétique d'une opération/d'un procédé/ d'une activité type. Des déchets en entrée (appelés dans ce document déchets ENTRANTS) sont traités dans une installation, qui produit une sortie recyclée/traitée (appelée dans ce document déchets SORTANTS). Pour modifier les propriétés physico-chimiques des déchets ENTRANTS, il est nécessaire de fournir au système, de l'énergie et des produits chimiques (par ex. eau, air, acides, etc.) comme requis pour le traitement donné. Une application/opération de traitement des déchets génère ensuite des émissions dans l'air et dans l'eau, ainsi que des déchets inutilisables et vraisemblablement des déchets SORTANTS utilisables. Les déchets inutilisables (par exemple chaux, fonds des réservoirs de stockage, boues d'épuration) sont générés par le procédé/opérations et sont différents des déchets cibles SORTANTS. La raison de cette différenciation entre les déchets est que les déchets SORTANTS peuvent être utilisés à différentes fins, mais que les déchets/résidus générés par le procédé ne sont généralement pas réemployés.



**Figure 3.1 : Entrées et sorties d'une opération de traitement des déchets**

**Remarque :** Les sections 3.X.1 : Analyse des déchets à traiter, flèche marron ; sections 3.X.2 : Analyse des consommations, flèches oranges ; sections 3.X.3 : Analyse des émissions, flèches bleues ; sections 3.X.4 : Analyse des déchets traités, flèche verte

Le Tableau 3.2 présente une vue d'ensemble des principaux rejets dans l'environnement générés par les activités de traitement des déchets.

Source	Substances rejetées										
	Matières particulaires	NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , HCl	NH <sub>3</sub> , Amines	H <sub>2</sub> S	CHN	COV	Odeurs	Autres substances organiques	Métaux	Solides en suspension	DCO
<b>Activités communes</b>											
Acceptation (échantillonnage/véhicule en attente)	A, W, L	A	A			A	A				
Transfert (tuyauterie/pompes/vannes)		A	A	A	A	A	A	W, L	W, L	W	W
Stockage des solides (par exemple chauds)	A, W, L										
Stockage en fût, stockage des liquides en vrac et cuves de traitement		A	A			A	A	A	W	W	W
Transfert et stockage des déchets	A, W, L					A	A	A	A, W, L	W	W
Chargement et mélange des cuves de traitement	A, W, L					A	A	A	A, W, L	W	W
Extraction des résidus solides contenus dans les cuves	A, W, L					A	A	A	A, W, L	W	W
Traitements biologiques			A	A		A	A		W	W	W
<b>Traitements physico-chimiques</b>											
<b>Précipitation/sédimentation et déshydratation</b>	W						A	W	W	W	W
Neutralisation des acides		A	A <sup>(1)</sup>	A		A <sup>(2)</sup>	A <sup>(2)</sup>	A <sup>(2)</sup> W	W		W
Neutralisation des alcalins			A				A	W	W		W
Neutralisation de l'acide chromique									W		
Traitement des cyanures					A		A				
Stabilisation	A, W, L		A			A	A			W	W
Traitement des huiles usagées						A	A	A			W
Remarque :											
(1) Présence d'un problème spécifique lorsque le traitement de l'acide sulfurique a servi à épurer des émissions d'amines											
(2) Traitement classique des déchets acides contaminés avec des solvants											
LEGENDE : rejet dans l'air (A)      rejet dans l'eau (W)      rejet dans le sol (L)											

**Tableau 3.2 : Vue d'ensemble des rejets types dans l'environnement générés par les activités de traitement des déchets**  
[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

Afin de compléter les informations fournies directement par le groupe de travail technique (TWG) sur les émissions et les consommations des installations WT, un questionnaire a été préparé et envoyé aux membres du groupe de travail technique (TWG) (voir Annexe II). Ces derniers l'ont ensuite transmis à des installations de traitement des déchets dans toute l'Europe. En conséquence, plus de 70 questionnaires « remplis » ont été retournés au Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP). Une compilation des données provenant de cette enquête a été incorporée dans le présent chapitre et a été dénommée [66, TWG, 2003]. L'analyse consolidée de l'enquête ne cite pas ni noms, ni entreprises, ni chiffres spécifiques pas plus qu'elle ne cite les commentaires particuliers d'un quelconque fournisseur.

Ainsi, les données ont-elles été utilisées de manière à conserver l'anonymat de ces derniers et à éviter toute identification d'une quelconque source particulière.

### 3.1 Emissions et consommations provenant des procédés/activités courants de traitement des déchets

[29, UK Environment Agency, 1996], [42, UK, 1995], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004]

Cette section comporte des données relatives aux émissions et aux consommations des pré-traitements/activités et des post-traitements/activités couramment utilisés dans le secteur du traitement de déchets. Elle comprend les émissions et les consommations qui sont en rapport avec les procédés de traitement des déchets décrits dans la Section 2.1. Les sites concernés sont donc ceux qui effectuent le transfert, le regroupement et le stockage des déchets.

#### 3.1.1 Déchets ENTRANTS dans les traitements courants

Les types de déchets susceptibles d'être impliqués dans ces procédés sont très nombreux en particulier pour les déchets dangereux. Le Tableau 3.3 présente le pourcentage de sites par type de déchets pour les centres de transfert des déchets dangereux au Royaume-Uni. Les centres de transfert des déchets non dangereux gèrent les déchets municipaux solides, etc.

Flux de déchets	% de sites traitant chaque flux de déchets
Solvant non chloré	67
Ferrailles	53
Ferrailles (fûts)	47
Solvant chloré	40
Liquide/boue inorganique en général	40
Substances organiques en général	40
Déchets pour incinération	40
Déchets contaminés à mettre en décharge	40
Fûts/Conteneurs IBC	33
Déchets non dangereux à mettre en décharge	33
Huiles	33
Batteries	27
Amiante	13
Tubes fluorescents	7
Filtres à huile	7
Mélanges huile/eau	
Acides et alcalins	

**Tableau 3.3 : Fûts de déchet courants traités dans des centres de transfert de déchets dangereux au Royaume-Uni**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Certains exemples de déchets ENTRANTS pour certaines techniques courantes sont présentés ci-dessous :

#### Zones de stockage sur palettier contrôlées par ordinateur pour déchets dangereux

Plus de 600 types de déchets différents (déchets dangereux fluides, pâteux et solides) sont traités.

#### Traitement des petites quantités

Il comprend le traitement, le tri et le conditionnement des déchets dangereux provenant d'installations privées, d'universités, de laboratoires, d'entreprises commerciales et d'autres clients. En outre, ce système offre la possibilité de conditionner des matières inorganiques pour un enfouissement en décharge.

## Déchetage

Ce traitement s'utilise pour les déchets dangereux et non dangereux. Les déchets traités sont des déchets solides et des déchets de type pâteux, des déchets ne pouvant être pompés comme les boues d'imprimerie et des boues de laquage, l'huile et autres boues d'usinage.

### 3.1.2 Consommations des traitements courants

Bien qu'un certain nombre de sites fonctionne entièrement à l'électricité, certains possèdent des stations mobiles ou fixes qui utilisent du diesel ou du mazout, ou possèdent leurs propres centrales électriques à gaz (naturel ou biogaz) ou à gasoil. Les équipements courants utilisant des combustibles fossiles sont notamment les chariots élévateurs à fourche, les petites chaudières, les déchiqueteurs et les broyeurs. Ils fonctionnent avec un mélange de diesel standard pour véhicule et toute une gamme de mazouts. Certaines installations de traitement des déchets au Royaume-Uni ont quantifié leur utilisation de combustible comme étant de ~200 tonnes par an. La proportion de matières premières utilisées (c'est-à-dire de réactifs achetés) est relativement faible car les déchets servent, en premier lieu, à traiter d'autres déchets. Toutefois, comme on peut le voir sur le Tableau 3.4, de nouvelles matières premières sont utilisées.

Matières brutes	Application	Principales caractéristiques au plan de l'environnement
Hydroxyde de calcium (chaux)	Acheté habituellement sous forme de poudre pour le traitement à l'acide	<ul style="list-style-type: none"> <li>substance dangereuse</li> <li>poudre difficile à manipuler</li> <li>production de gros volumes de boue</li> <li>le traitement de l'acide sulfurique se traduit, par exemple, par une grande production nette de boue de sulfate de calcium.</li> </ul>
Solution d'hydroxyde de sodium (soude caustique)	Réactif de diminution, utilisé généralement dans les systèmes d'épuration par voie humide pour contrôler les gaz acides ou comme liqueur de nettoyage dans la régénération des huiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>substance dangereuse</li> <li>il est possible de trouver de très faible niveau de mercure dans certaines qualités de soude caustique et ceux-ci peuvent être transférés dans les effluents de l'installation (voir Section 4.1.3.5).</li> </ul>
Solution de chlorure ferrique	Additif destiné à faciliter la précipitation des métaux et agent de conditionnement pour la formation des boues (facilite la formation de floes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>fortement coloré en cas d'écoulement accidentel ou d'incident</li> </ul>
Hypochlorite de sodium	Réactif de traitement et de réduction utilisé pour la décyanuration des déchets et le contrôle des odeurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>agent d'oxydation fort</li> <li>doit être stocké à distance des substances potentiellement incompatibles</li> </ul>
Désémulsifiants	Utilisé pour « craquer » les émulsions huile eau dans les procédés de récupération des huiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>risque de forte demande en oxygène, en cas de rejet accidentel dans l'eau</li> </ul>

Tableau 3.4 : Exemples de matières premières couramment utilisées dans les traitements des déchets

[55, UK EA, 2001], [150, TWG, 2004]

### 3.1.3 Emissions provenant des traitements courants

Conformément à la structure retenue pour la Section 2.1, certains traitements courants sont examinés dans des parties distinctes. A la fin, les autres traitements courants qui n'ont pas été décrits auparavant sont présentés sous forme de tableau.

### Systèmes énergétiques

L'utilisation de combustibles est une source d'émissions dans l'air pendant la combustion, et vraisemblablement aussi, d'émissions dans le sol par suite d'écoulements accidentels et à de fuites. Les émissions dans l'air comprennent, de manière prédominante, du CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) et de l'eau qui proviennent du procédé de combustion, mais elles peuvent aussi comprendre des NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, HAP, COV et CO (monoxyde de carbone). Ces émissions sont en rapport avec les spécifications des combustibles ainsi que l'âge et l'utilisation des équipements (par exemple véhicules, moteurs à biogaz). Les autres polluants susceptibles d'être présents sont les halogènes (par exemple HCl et HF lorsque les déchets sont utilisés comme combustibles dans l'installation) et les métaux.

Le tableau ci-après présente une série de données permettant d'établir une estimation des émissions. Les données recueillies proviennent de trois types de sources :

- sources linéaires, incluant des routes et des chemins de fer (g/km)
- sources étendues, incluant les émissions émanant des terres agricoles et autres ainsi que les émissions de faible intensité provenant de sources telles que les systèmes de chauffage des bâtiments
- sources ponctuelles, incluant les émissions des installations industrielles.

Le type de combustible alimentant la combustion du système énergétique (par ex. fourneaux, chaudières, chambres de post-combustion) va déterminer la nature des polluants présents.

	Type de combustible		
	Distillat	Combustible résiduel	Diesel
<i>Emissions dans l'air</i>			
CO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	3 142	3 112	3 036 – 3 142
PM			2,564
PM <sub>10</sub> <sup>1</sup>	0,2	2,85	2,83
NO <sub>x</sub> <sup>1</sup>	3,46	7,54	33,9 - 48,8
N <sub>2</sub> O			0,041 - 1,3
CH <sub>4</sub>			0,17 - 0,336
NM-COV <sup>1</sup>	0,09	0,12	7,08 - 10,898
CO <sup>1</sup>	0,06	0,5	15,8 - 26,548
SO <sub>2</sub> <sup>1</sup>	3,6	47,4	0,8 - 10,106
SO <sub>x</sub>	19,56 x S <sup>2</sup>	20,42 x S <sup>2</sup>	
HAP <sup>®</sup> (g)	0,15	0,151	4,07
Ni(g)	Infime	1,1	
Cu(g)			1,7
Zn(g)			1
HCl			0,038
HF			0,038
<i>Emissions dans l'eau</i>			
DBO			0,038
DCO			0,038
Solides en suspension			0,038
COT			0,415
Phénol			0,038
Total des métaux			0,038
Cl			0,038
F			0,038
Unités : kg (sauf autre spécification) par tonne de combustible			
<sup>1</sup> Données extraites de la base de données des facteurs d'émission du Royaume-Uni ; gasoil (autres sources) et mazout (autres sources), du Australian National Pollution Inventory (conversion des émissions en kg par m <sup>3</sup> de combustible) et de l'agence européenne pour l'environnement			
<sup>2</sup> S est le % de soufre contenu dans le combustible			

**Tableau 3.5 : Présentation schématique des données pour les petites chaudières utilisant un distillat (gaz), un combustible résiduel (mazouts 5,6) ou moteurs diesel**  
**[56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [65, EEA, 2003], [150, TWG, 2004]**

### Stockage et manutention

Les principales émissions atmosphériques provenant du stockage et du transfert des déchets sont les émissions de COV. Selon le type de déchet, la poussière peut également être importante. Ces émissions constituent les principaux problèmes posés par la manutention des déchets sur les sites de transfert et de traitement. Les principales émissions proviennent des activités de transfert et de regroupement car, dans la majorité des cas, tous les résidus restés dans les conteneurs qui sont susceptibles de contenir des solvants vont être purgés à l'air. Il peut y avoir aussi des rejets de COV à partir des réservoirs dus à des effets thermiques ainsi que des rejets émanant des tuyauteries et des systèmes de pompage mais eux sont fonction du système mis en place dans l'installation.

La plupart des émissions fugitives dans l'air proviennent du transport, du stockage et du regroupement des déchets organiques, en particulier des déchets contenant des solvants. Des émissions similaires sont également réputées provenir du transfert des déchets à base d'ammoniac ou d'acides forts.

Les principales émissions des procédés de décantation et de regroupement sont des émissions atmosphériques et sont à mettre en rapport avec ce qui suit, bien que certaines des pratiques mentionnées ci-dessous puissent être considérées comme de mauvaises pratiques. Toute pratique mentionnée ici n'existe pas nécessairement dans la majorité des sites :

- les couvercles des conteneurs de réception : leur ouverture pendant les heures ouvrables peut le cas échéant être à l'origine d'une émission continue de composants volatils, y compris si l'ouverture est petite. Ce type d'émission est particulièrement lié au déplacement de vapeur saturée qui s'échappe du conteneur à chaque nouvelle addition de liquide.
- émissions émanant directement des liquides transférés lors de leur transfert
- conteneurs vides (fûts ou bouteilles) contenant une quantité mesurable de déchets, qui, par le biais d'un rinçage, sont évacués vers le procédé de traitement sur site ou vers des puisards en vue d'une élimination ultérieure. Dans certains cas, ces conteneurs sont placés dans une benne en vue de leur élimination en décharge ou, lorsque leur contenu est volatil, il s'évapore à l'air avec ou sans déchiquetage. En fait, une telle pratique n'est pas conforme à la directive sur les décharges. Lorsque les sites traitent une grande quantité de solvants, il est possible d'utiliser des systèmes de broyage des fûts pour presser et recueillir les reliquats de solvants usagés contenus dans les fûts.
- le problème potentiel des fuites se situe au cours du transfert, pendant le déplacement du produit dans l'espace vide situé au-dessus de la couche liquide et lors de la purge des résidus depuis le conteneur d'origine. Si les matières sont dans des réservoirs de stockage, il existe un problème d'échappement en réponse à la température et à la pression atmosphérique. Le problème s'avère particulièrement crucial dans le cas des transferts de solvant, mais il doit aussi être pris en compte pour les acides forts et les déchets contenant de l'ammoniac. Une telle pratique n'est pas considérée comme une bonne pratique à l'égard de l'environnement.
- les transferts de matières entre les citernes et les réservoirs de stockage, qui sont contrôlés en conséquence sur un certain nombre de sites, en particulier lorsqu'ils concernent des solvants usagés à bas point d'ébullition. Les tuyaux de transfert sont le maillon le plus faible et par conséquent la principale source d'écoulement accidentel pendant le transfert entre un véhicule et un moyen de stockage.
- bien que le volume perdu au cours des opérations de routine dû à un mauvais emboîtement des tuyaux ou à une détérioration de ceux-ci puisse être relativement petit, des écoulements



accidentels persistants peuvent avoir un effet cumulatif sur la surface de la zone, qui à long terme, risque d'endommager la surface et de conduire à une émission fugitive.

- les écoulements accidentels peuvent également être source d'odeur.
- le transfert manuel des matières contenues dans de petits conteneurs dans des fûts de 205 litres et dans des conteneurs intermédiaires pour produits en vrac (IBC). En règle générale, ce transfert ne comporte aucun contrôle des émissions et une pratique courante consiste à purger à l'air libre les conteneurs vides (contenant de l'ordre de 1 %, voire jusqu'à 0,5 litre du contenu d'origine) avant mise en décharge. En fait, une telle pratique n'est pas conforme à la directive sur les décharges.
- en ce qui concerne la surveillance et les autres activités sur site, il convient de noter que :
  - la plupart des sites ont peu, voire aucune donnée de surveillance, pour calculer les émissions atmosphériques et une sorte de méthode d'estimation grossière est nécessaire pour établir une corrélation entre les émissions atmosphériques potentielles et le nombre de citernes ou de conteneurs vidés ou remplis sur le site ;
  - les données de surveillance relatives aux déversements dans les égouts ou dans les eaux de surface tendent également à être réduites, mais les déversements réels sont minimisés par les pratiques opérationnelles sur les sites, telles que la construction de merlons ;
  - dans les centres de transfert, il existe également tout un éventail d'autres pratiques susceptibles de créer des émissions. Il s'agit notamment de l'évaporation des solvants dans l'air à partir du nettoyage des citernes, des essuie-tout industriels et des boues de solvant.

La plage des émissions est très grande et dépend du type d'activité (par exemple les différences sont particulièrement marquées entre les usines de traitement physico-chimique et les usines de régénération des huiles). Chaque transfert de déchet ainsi que le traitement du conteneur d'origine sont susceptibles de générer des émissions de liquide et de vapeur. Certaines émissions générées par cette activité sont :

- les émissions des culots des réservoirs de stockage
- les émissions atmosphériques générées par un regroupement dans des réservoirs, le chargement et le déchargement dans des citernes en raison du déplacement d'air (Remarque : certaines stations de transfert comportent des systèmes très pointus pour équilibrer les émissions des citernes et contrôler les rejets des réservoirs).
- les émissions par évaporation en cours de décantation (par exemple de COV) ou pendant un regroupement, mais aussi l'évaporation provenant des déchets restés dans les conteneurs.
- les écoulements accidentels types au cours de la décantation et de la manutention. Ils sont généralement circonscrits et retenus dans la zone du merlon ou déversés dans l'intercepteur.
- les émissions atmosphériques générées par les chiffons de nettoyage imprégnés de solvant. Dans certaines installations, ces derniers sont collectés dans des sacs poubelles fermés hermétiquement puis on les laisse s'évaporer jusqu'à siccité avant leur mise en décharge. Il s'agit d'une pratique réputée préjudiciable pour l'environnement.
- les COV provenant du dégazage des fûts vides lors du lavage (les liquides de lavage sont collectés dans des réservoirs souterrains avant mise en décharge) et, provenant de l'évaporation des solvants de lavage pour blanchets.
- les émissions provoquées par le regroupement des produits chimiques douteux en petits conditionnements (smalls). Les émissions ne se produisent qu'en cas d'écoulements accidentels et sont consignées dans le journal du site. Les débats d'ordre général au niveau des sites permettent de penser que dans cette catégorie le nombre de conteneurs enfreignant les normes ou mal étiquetés est maintenant minime et qu'en fait les écoulements accidentels et les émissions dues à la mauvaise qualité des conteneurs sont rares.
- rupture accidentelle des conteneurs de déchets
- les émissions provenant des réservoirs de stockage en plein air, sur des zones en dur et entourées de merlons, et pour lesquelles bien que les raccordements soient réalisés dans la

zone protégée par un merlon, il n'existe aucun système permettant de traiter les fuites provenant des systèmes de collecte/livraison : en conséquence, toute la zone entourée d'un merlon peut être très contaminée. L'eau de pluie dans cette zone sera également contaminée. Sur certains sites, il n'existe aucune disposition pour contrôler le déplacement de l'air dans les réservoirs pendant les opérations de chargement et de déchargement ; d'autres ont de très bons systèmes de contrôle à la fois pour les réservoirs et les citernes. Les émissions atmosphériques sont moins bien contrôlées. Les réservoirs tendent à être équipés de systèmes à vanne pour réguler leur pression et pour permettre une admission d'air ou un échappement des vapeurs contenues dans l'espace vide. Les émissions atmosphériques se produisent pendant le remplissage des réservoirs ou suite à des changements de conditions atmosphériques. De petites émissions vont également se produire pendant l'échantillonnage et les inspections. Il existe un risque pour que surviennent des émissions plus importantes pendant le nettoyage des réservoirs.

- les liquides non évaporés ainsi que les solides, qui peuvent aboutir en décharge ou être évacués dans les égouts. Il s'agit d'une pratique réputée préjudiciable pour l'environnement.
- les émissions atmosphériques fugitives provenant des opérations de transfert entre procédés, en particulier avec les systèmes sans pompage. Fuite des conteneurs et des soupapes de surpression/ soupapes anti-vide.
- les émissions solides/liquides et gazeuses, selon les déchets, dues à une rupture éventuelle du conteneur lors d'une opération de manutention (détérioration accidentelle). Comme l'accident est consigné dans le journal du site, il est possible de faire une estimation des émissions lorsque les matières sont connues.
- dans le cas du stockage des huiles usagées, les rejets dans l'air proviennent des événements des condensateurs sur les réservoirs de stockage d'huile chaude. Sur le réservoir de stockage, les mesures des hydrocarbures au niveau des événements sont prises à l'aide d'un tube de Draeger : les valeurs types peuvent être comprises entre 10 et 20 mg/Nm<sup>3</sup> avec des pics à 100 mg/Nm<sup>3</sup>.
- Les recherches concernant la pollution microbiologique des centres de tri des déchets ont révélé des concentrations de champignons et de moisissures dans l'air supérieures à 106 cfu/m<sup>3</sup> (unités de formation de colonies) sur le lieu de travail.

En complément des informations ci-dessus, le Tableau 3.6 ci-après présente les émissions potentielles émanant des centres de transfert, des procédés de regroupement et du stockage.

Activité	Descriptions des rejets <sup>1</sup>	Type de rejet	Destination des rejets
Remplissage des réservoirs de stockage en vrac ou des conteneurs IBC par les camions citernes	Déplacement d'air	COV	Air
	Pertes de transfert	COV	Air
		Liquides	Sol
		Liquides	Eau
Stockage dans des réservoirs en vrac	Matière ventilée	COV	Air
	Culot des réservoirs	Déchets	
Rejets des tuyauteries et des systèmes de pompage	Toutes pertes	COV	Air
		Liquides	Eau
		Liquides	Sol
Dépotage des fûts sous vide et par gravité, ainsi que des conteneurs IBC, et d'autres conteneurs dans des réservoirs en vrac	Déplacement d'air	COV	Air
	Pertes de transfert	COV	Air
		Liquides	Sol
		Liquides	Eau
Stockage et manutention des conteneurs IBC vides	Lavage	Liquides	Eau
	Stockage	COV	Air
	Élimination	Liquides/solides	Décharge
Stockage et manutention des fûts vides et d'autres conteneurs similaires	Broyage	COV	Air
		Liquides/solides	Eau
		Liquides/solides	Sol
	Lavage	Liquides/solides	Eau

Activité	Descriptions des rejets <sup>1</sup>	Type de rejet	Destination des rejets
Maintenance des équipements	Elimination	Liquides/solides	Décharge
	Stockage	COV	Air
	Nettoyage/lavage des réservoirs	Liquides/solides	Sol
		Liquides/solides	Eau
Evaporation planifiée des liquides volatils	Evaporation	COV	Air
		COV	Air

<sup>1</sup> La gamme étendue des émissions possibles dans l'air et dans les égouts/ eaux contrôlées doit être estimée à la lumière de l'éventail des activités et des déchets traités sur un site particulier.

**Tableau 3.6 : Emissions potentielles provenant des centres de transfert, des procédés de regroupement et du stockage**

### Emissions provenant d'autres opérations communes de traitements de déchet

Le Tableau 3.7 présente de manière succincte les activités/équipements les plus fréquents des opérations communes de traitement des déchets et les émissions susceptibles d'être générées.

Procédé/activité	Composés susceptibles d'entraîner des émissions, identifiés dans les procédés de traitement des déchets
Colonnes de stripping à l'air	Risque de rejet d'ammoniac dans l'air pouvant être calculé par un bilan massique
Nettoyage des déchets ou des déchets organiques aqueux provenant de l'industrie chimique	Ils peuvent contenir toute une gamme de composés volatils, de composés chlorés et de composés phénoliques. Les résidus solides et boueux générés par le nettoyage sont éliminés en tant que déchets. Si nécessaire, les déchets sont conditionnés en fonction des critères d'acceptation de l'installation d'élimination des déchets.
Broyage des filtres à huile	Les déchets contenus dans les filtres à huile sont des matières particulières contenant des produits de combustion, incluant un grand nombre de HAP/ fragments métalliques, etc. « agglutinés » par l'huile. Les solides provenant de ces opérations tendent à aller dans le système de séparation huile eau des installations de traitement et à être évacués avec les boues des fonds de réservoir. Les HAP sont rejetés dans l'air avec le brouillard d'huile produit pendant le broyage ou peuvent être retenus dans l'huile ou demeurer sur les composants solides du filtre. Les émissions de HAP dans l'air sont potentiellement carcinogènes.
Découpe	Au cours des opérations de découpe des fûts, le dernier contenu du fût ainsi que tous les résidus susceptibles d'être encore présents peuvent provoquer des émissions.
Lavage des conteneurs et des véhicules	Emissions fugitives dans l'air et dans l'eau. En règle générale, un effluent contaminé est également généré.
Broyage et déchiquetage	Indépendamment de la technique employée, il n'existe, en règle générale, aucune disposition relative au contrôle de l'environnement et les émissions dépendent de la composition des déchets contenus à l'intérieur du fût. Dans le procédé de déchiquetage, la température des éléments déchiquetés peut atteindre des centaines de degré. Le déchiquetage entraîne des émissions atmosphériques, en fonction de

	<p>l'efficacité de l'épurateur ou de tout autre type d'équipement d'épuration de l'air. Les fluides encore présents dans les déchets (par ex. solvants, mercure) peuvent être libérés à l'intérieur de l'installation et peuvent s'évaporer ou s'échapper dans le sol ou être recueillis comme boue. La poussière de l'installation va se propager dans les alentours. Les autres sorties générées par une station de déchiquetage sont une fraction métallique magnétique, des fractions métalliques non magnétiques, la boue du procédé de lavage et une fraction de fluff qui est un mélange de matières plastiques, de matériaux d'isolation, de papier, de sol, etc.</p> <p>La fraction de fluff peut être envoyée en incinération mais elle est parfois mise en décharge (ce qui n'est pas considéré comme une bonne pratique). Une quantité très importante de métaux lourds suit la fraction de fluff. Au milieu des années 90, les stations de déchiquetage danoises déchiquetaient environ 300 000 tonnes de déchets. Les fluff provenant de cette opération contenaient, d'après les estimations, environ 0,15 tonne de mercure, de 200 à 1 000 tonnes de plomb et de 0,5 à 2,5 tonnes de cadmium. Les émissions de mercure dans l'air provenant de ces opérations étaient estimées à &lt; 0,05 tonne.</p>
Nettoyage des fûts et des camions citernes	<p>Les opérations de nettoyage spécialisées dans le nettoyage des fûts ayant contenu des solvants et des huiles usagées peuvent rejeter dans l'air de forts pourcentages de déchets étant donné que les déchets sous forme de solvants sont chassés dans l'air occasionnellement et dans certains emplacements pendant le procédé de nettoyage. Ceci semble être un problème similaire à celui de l'évaporation des solvants dans l'air pendant la décantation dans certains centres de transfert.</p> <p>La présence de tout autre contenu ou résidu ancien dans les fûts est susceptible de provoquer des émissions au cours des opérations de nettoyage/lavage.</p> <p>Sur certains sites, les fûts non lavés peuvent aller directement en décharge avec les résidus associés.</p> <p>Un site qui traite les fûts contaminés par de l'huile et des matières organiques a estimé un rejet de solvant dans l'air de 40 t/an. Une partie de ces émissions est due à la pratique courante du centre de transfert consistant à purger les fûts « vides » à l'air.</p> <p>Un site de recyclage des fûts provenant du secteur inorganique a un niveau de métaux élevé dans les déversements dans les égouts, mais a été capable de calculer les déversements à partir d'analyses régulières.</p> <p>La plupart des usines de traitement incorporent une installation de lavage pour permettre l'élimination des résidus dans les citernes des véhicules. Dans certains cas, les vapeurs peuvent être emprisonnées à l'intérieur des boues et des actions appropriées doivent être entreprises pour éviter tout rejet non contrôlé.</p>

**Tableau 3.7 : Activités/équipements des opérations communes de traitement des déchets susceptibles de générer des émissions**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [113, COWI A/S, 2002], [116, Irish EPA, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

#### Déchetage

Paramètre	Concentration	Unité
Poussière	0,1	mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	< 0,06	mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub>	8	mg/Nm <sup>3</sup>
COT	5	mg/Nm <sup>3</sup>
CO	4	mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	13,8	mg/Nm <sup>3</sup>
PCDD/PCDF	0,001	ngTEQ/Nm <sup>3</sup>
Odeur	85	GE/m <sup>3</sup>
Cl	< 0,1	mg/Nm <sup>3</sup>
Le débit de l'air évacué est respectivement de 8 028 000 et 5 628 000 m <sup>3</sup> /an pour le déchetage à canettes et le broyeur à bacs.		

**Tableau 3.8 : Emissions gazeuses d'un traitement par déchetage des déchets dangereux solides**  
[157, UBA, 2004]

#### Emissions consécutives à des accidents

Les risques environnementaux les plus importants associés aux opérations de traitement des déchets procèdent du stockage des déchets dangereux. Ils impliquent parfois des émissions émanant d'une réaction des déchets entre eux, par suite de fuites et d'écoulements accidentels ou d'un éventuel défaut de maîtrise dans les procédés de traitement.

Procédure	Danger	Evénement dangereux	Cause/événement déclencheur
Echantillonnage/analyse	Vapeurs toxiques	Pulvérisation chimique Eclatement Ecoulement accidentel de produit chimique	Conteneur sous pression Transfert à partir d'une cuve d'échantillonnage et prélèvement d'échantillons (échantillonneur de cuve) Déchet non conforme
	Incendie	Inflammation des matières inflammables	Vapeur inflammable au point d'échantillonnage
Manutention/traitement courants	Gaz toxiques	Mélange de déchets incompatibles	Informations inadéquates/incorrectes sur les déchets
		Ecoulement accidentel de déchets	Manquement de l'opérateur aux règles de sécurité Absence de procédures d'exploitation sûres Infrastructures inadéquates Supervision inadéquates Déversement accidentel
Manutention/stockage des fûts	Contact chimique direct	Eclatement	Contenu sous pression
	Gaz toxiques Poussières	Ecoulements accidentels	Ecoulements accidentels au cours d'un dépotage/ d'une décantation Corrosion/fuite des fûts Extraction manuelle du contenu

	Réaction Gaz toxiques	Mélange de déchets incompatibles	Ecoulements accidentels /corrosion des fûts Regroupement des fûts Déchets non conformes à leur étiquetage Analyse inadéquate des déchets
	Incendie/explosion	Inflammation des matières inflammables	Présence inattendue de matières inflammables Étincelle à l'ouverture du couvercle/ dans l'espace vide inflammable Utilisation d'outils de découpe pour ouvrir le fût Produits de dégradation toxiques émanant d'un incendie
Déchargement des citernes	Gaz toxiques	Rejet sous forme de liquide/d'émanation de gaz	Mélange de déchets incompatibles/réagissant entre eux Conteneur sous pression/ éclatement Déchargement dans la mauvaise cuve de stockage Les déchets ont été reçus « à chaud » en raison de difficultés de viscosité – solidification/épaississement Fracture complète du réservoir Choc au véhicule Ecoulement accidentel au niveau du couplage/ découplage, défaillance du couplage
	Incendie/explosion	Inflammation d'un mélange inflammable/explosif	Atmosphère inflammable dans une « citerne vide »
Parc à réservoirs de stockage de déchets	Incendie/explosion	Inflammation de liquide inflammable ou de vapeurs	Purge des vapeurs inflammables Rejet de vapeurs émanant des écoulements accidentels Fracture de canalisation Vapeurs inflammables dans l'espace vide du réservoir
	Réaction	Mélange de déchets incompatibles	Réaction des déchets dans les canalisations des cuves de stockage, ou panne du convoyeur
	Gaz toxiques	Mélange de déchets incompatibles ou réagissant entre eux ou écoulements accidentels de réactif	Informations inadéquates relatives aux déchets Déchets non conformes aux spécifications du procédé
		Formation de niveaux importants de gaz/fumées toxiques	Dégazage incorrect des réservoirs, etc. Mauvaise manutention des matières
Traitement physico- chimique	Gaz toxiques	Rejet non contrôlé au cours de la réaction	Défaillance des systèmes de protection Mélange de déchets incompatibles Ajout du mauvais réactif

			Excès/insuffisance de réactifs ajoutés Défaillance au niveau du contrôle du pH
Déshydratation des effluents provenant d'un traitement physico-chimique	Gaz toxiques	Mélange d'effluents incompatibles	Réaction inachevée Contamination résiduelle dans les effluents
Traitement biologique		Incendie	Les procédés de dégradation biologique entraînent parfois un auto-échauffement et un auto-allumage. Le système de traitement biologique n'est pas le seul affecté. Un auto-allumage peut également se produire dans la soute. Dans certains cas, des incendies se déclarent dans l'aire de stockage des produits. La présence de particules encore incandescentes est un autre facteur d'incendie dans les installations de traitement des combustibles solides issus des déchets.

**Tableau 3.9 : Exemple d'accidents les plus fréquents susceptibles de se produire dans des installations de traitement des déchets**  
[80, Petts et Eduljee, 1994], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

#### **Emissions atmosphériques génériques émanant des traitements de déchets courants** COV

Il n'existe actuellement aucune véritable donnée disponible sur les émissions de COV. La vaste majorité des sites qui effectuent une surveillance de l'air, le font de manière sporadique et sont dans l'impossibilité de prélever un échantillon au moment du rejet maximal. Les émissions atmosphériques sont particulièrement difficiles à surveiller dans les sites où les opérations se déroulent généralement à l'air libre et où les gaz ne font pas toujours l'objet de contrôles. Les émissions de COV sur un site peuvent être dues à :

- une activité délibérée sur certains sites, réalisée afin de réduire l'inflammabilité des déchets destinés à la décharge. Les quantités peuvent être très petites par unité de déchets, mais l'opération se déroule sur un grand nombre de sites et l'effet cumulé peut être très important. Cette pratique qui n'est pas courante dans le secteur, est considérée comme une mauvaise pratique. Elle est maintenant obsolète.
- l'agitation ou le chauffage de matières mixtes que l'on a laissé décanter en contact avec l'atmosphère. Les réservoirs de traitement des huiles en sont un exemple évident, mais les réservoirs de traitement chimique ou les réservoirs de mélange des boues constituent également des sources potentielles.
- les émissions des HAP semi-volatils émanant des opérations de broyage et de tamisage, en particulier de la manutention des filtres à huile dans les centres de transfert
- le transfert des liquides dans des conteneurs de regroupement, avec un déplacement consécutif de l'espace vide au-dessus de la couche liquide.
- un dégazage des résidus contenus dans les conteneurs de stockage d'origine ; et également des mises à l'air libre des réservoirs de stockage en réponse à des modifications de la température atmosphérique.

Il existe des usines dans le secteur du traitement des déchets qui n'assurent aucun contrôle sur les rejets de composés volatils dans l'air. En réalité, peu de procédés ont été conçus pour rejeter les polluants dans l'air.



### Emissions d'acides

Les émissions atmosphériques les plus graves proviennent vraisemblablement des activités de transfert et de stockage des solvants, mais peuvent également provenir de produits chimiques tels que les acides forts et l'ammoniac.

### Emissions d'ammoniac

L'ammoniac est détecté dans certains sites de traitement des déchets. Il existe un problème général en ce qui concerne les émissions d'ammoniac. Toutefois, il est habituellement facile de les identifier lors des visites des sites et par les opérateurs car un seuil bas de concentration permet une détection olfactive, même s'il s'avère plus difficile de les quantifier. Les emplacements où des émissions d'ammoniac ont été détectées sont :

- au niveau du transfert et du stockage des solvants
- au niveau du pressage et du stockage des boues des effluents dans plusieurs usines de traitement chimique. Il s'agit d'une zone qui est rarement comprise dans les systèmes d'échappement des sites : de ce fait, les émissions ne passent pas à travers les épurateurs-laveurs de l'usine. En outre, les systèmes d'épuration sont habituellement des épurateurs-laveurs à la soude caustique.
- dans les solutions ammoniacales fortes avec passage direct dans l'air après un stripping à l'air sur un site, bien que selon les dires de la surveillance du site (une surveillance annuelle effectuée uniquement) les niveaux atmosphériques de base sont minimes
- stations d'épuration des effluents
- traitement à l'acide des huiles usagées
- dans les déchets issus de l'industrie photographique, qui sont un exemple de flux de déchets ayant une concentration élevée en sels d'ammonium et bien que les rejets atmosphériques ne soient pas identifiés, ils constituent néanmoins un problème potentiel pendant les procédés de transfert, qui donnent lieu à des émissions atmosphériques et à une contamination potentielle des eaux rejetées.

### Emissions fugitives et diffuses

Dans de nombreuses installations, les émissions fugitives et diffuses peuvent être plus importantes que les émissions émanant de sources ponctuelles ou linéaires.

Exemples de sources courantes :

- cuves ouvertes (par ex. station d'épuration des effluents)
- activités d'échantillonnage
- aires de stockage (par ex. alvéoles, piles, bassins, etc.)
- chargement et déchargement des conteneurs
- transfert/regroupement des matières d'une cuve à une autre
- systèmes convoyeurs
- tuyauteries et conduites (par exemple, pompes, vannes, brides, bacs de récupération, drains, trappes d'inspection, etc.)
- enceinte de confinement et système d'extraction insuffisants
- contournement possible des équipements de réduction (vers l'air ou l'eau)
- écoulements accidentels
- pertes accidentelles de confinement dues à une défaillance de l'usine et des équipements
- citernes et cuves, trappes de visite et autres points d'accès
- déplacement des vapeurs dans les réservoirs de réception
- nettoyage ou remplacement des filtres
- découpe des fûts
- stockage des eaux résiduelles
- stockage des fûts
- nettoyage des réservoirs
- lavage/nettoyage des réservoirs.

Emissions de matières particulières

Les sites qui traitent des matières pulvérulentes et des déchets donnant lieu à des poussières (par exemple à des cendres volantes) rejettent souvent des matières particulières dans l'air.

Bruit et vibration

Le « bruit » fait référence aux « bruits et/ou vibrations » qui sont généralement détectables hors des limites du site.

Emissions olfactives

Les émissions dans l'air ont tendance à n'être évaluées que subjectivement en se servant de l'odorat. Les émissions olfactives sont associées à des sources ponctuelles ainsi qu'à des sources fugitives. Outre l'ammoniac mentionné précédemment, le traitement de toute substance qui contient ou est susceptible de contenir des COV (ou d'autres substances odorantes, par exemple, des mercaptans ou d'autres composés contenant du soufre) conduit potentiellement à une émanation d'odeur remarquable à l'intérieur de l'installation et au-delà de ses limites. Les odeurs sont susceptibles de provenir des éléments ci-après :

- stockage
- transfert ou regroupement des déchets contenant des COV ou d'autres substances odorantes
- défaut d'inspection et de maintenance adéquates de l'usine et des équipements, qui peut conduire à des émissions fugitives, par exemple à des fuites au niveau des pompes.

**Emissions génériques dans l'eau provenant des traitements de déchets courants**

Il est possible de faire une distinction entre les installations mettant en jeu des opérations en phase « sèche » ou solide, par exemple un transfert ou une stabilisation, qui ne produisent pas d'effluents liquides distincts et celles qui conduisent à un traitement en phase liquide, par exemple une neutralisation des acides et une séparation huile - eau.

Les procédés « par voie sèche » produisent uniquement des effluents à partir des activités telles que la collecte des eaux de pluie et des incidents tels que les écoulements accidentels et les fuites. En règle générale, la concentration de ces effluents en termes de métaux et de niveaux de DCO sera relativement faible. Les procédés « par voie humide », outre les effluents généraux provenant du drainage des terrains, etc., produisent un effluent à partir des procédés mettant en jeu une réaction, une précipitation, une sédimentation et une déshydratation.

Les eaux résiduaires susceptibles d'être générées dans les installations sont dues à :

- des déversements exceptionnels (non prévus) dans les égouts (par ex. secours en situation d'urgence, incendie) ;
- des écoulements accidentels provenant du stockage ;
- des déversements dans le collecteur d'eaux pluviales ;
- des eaux résiduaires d'un procédé (chaque cas est couvert dans les Sections 3.2 à 3.5).

De nombreuses stations de transfert sont associées à des usines de traitement adjacentes et toutes les eaux de ruissellement y sont acheminées pour y être traitées. D'autres collectent les eaux de ruissellement et les mettent en réservoir pour les éliminer en décharge. Là encore, il n'existe aucun déversement dans des cours d'eau récepteurs ou dans les égouts. Le reste des installations effectue leurs déversements dans les eaux de surface (option peu courante) ou dans les égouts. Dans la grande majorité des pays de l'Union européenne, tout déversement direct dans les égouts ou dans les eaux contrôlées est interdit. Un stockage de sécurité est donc nécessaire pour contrôler ou traiter l'eau avant son déversement. Certaines émissions type sont présentées dans le Tableau 3.10.

Destination des émissions	Procédé ou activité
Egout	Traitement physico-chimique. Effluent final provenant de la neutralisation acide/alcaline et de la précipitation des métaux

Cours d'eau	Régénération des huiles. Traitement des effluents pour éliminer l'huile des condensats et du drainage du sol
	Nettoyage
	Collecte des eaux de pluie
	Drainage du sol

**Tableau 3.10 : Source ponctuelle d'émissions dans l'eau**  
[55, UK EA, 2001]

En principe, il y aura toujours de petites quantités de chacune des matières décantées sur le site qui seront déversées dans les égouts en raison de la présence de gouttes et d'éclaboussures mêmes si aucun écoulement accidentel n'est enregistré. Les matières les plus courantes devant être regroupées dans les stations de transfert sont les acides dilués (provenant souvent du traitement des métaux), les solutions caustiques, les huiles, les solvants non halogénés et les déchets organiques aqueux. La présence dans ces rejets de carbones organiques, de composés azotés (azote total), de chlorure, de certains métaux et dans le cas d'un regroupement de solvants non halogénés, de xylène, ne fait pratiquement aucun doute. Les rejets dans les égouts peuvent atteindre des niveaux de DCO de plusieurs milliers de milligrammes par litre. La nature du rejet dépend des déchets traités dans l'installation, qui impliquent invariablement un large éventail de substances, et donne lieu en conséquence à un effluent complexe.

Les émissions dans l'eau proviennent également du lavage des conteneurs et des réservoirs s'il a lieu dans l'usine de traitement des déchets. Les déversements liquides peuvent provenir du lavage et du traitement des conteneurs avant leur recyclage ou du lavage des camions-citernes. Une approche permettant d'estimer ces émissions consiste à prendre pour hypothèse que les matières résiduelles contenues dans chaque type de conteneur après dépotage représentent 0,5 % du volume, et que la totalité de ces matières est évacuée par lavage dans les égouts. En règle générale, les résidus volatils des conteneurs de déchets à base de solvant sont évaporés directement dans l'air au lieu d'être évacués par lavage dans les égouts.

Des fuites et des écoulements accidentels peuvent se produire dans les stations de transfert de déchets. La plupart des sites sont situées sur des socles en dur et les écoulements de liquide et de solide peuvent éventuellement être évacués vers les principaux intercepteurs, puis dans les égouts ou vers une usine de traitement adjacente.

### **Rejets génériques dans le sol et déchets générés par le procédé à partir de techniques courantes**

La plupart des sites ont un déversement continu, mais faible, de déchets sur le sol du site dû à des gouttes, des éclaboussures, des résidus de broyage, au raccordement des tuyaux, à des fuites d'huile, etc. qui peuvent être chassés vers les points de collecte des eaux de surface par les eaux de pluie et suite au nettoyage du site. Les fonds de réservoir constituent un autre déchet type en cas de stockage des déchets.

### **Exemple de récapitulatif des émissions émanant d'une station de transfert des déchets**

Opération	Emissions dans l'air (kg/an)		Emissions dans les égouts (kg/an)
Reconditionnement et étiquetage des produits chimiques de laboratoire	0		0
Bris / Fuites pendant le chargement et le stockage	COV comme TRI	20,3	Petites quantités d'huile, qui seront prises en compte dans les données de surveillance hebdomadaire mais non ici pour éviter qu'elles ne soient comptées deux fois
Décantation dans des conteneurs IBC	Dichlorométhane	360	Tous types de solvants
	Ethanal	48	Azote total

	Trichloroéthylène	60	Phosphore total	
	COV comme TRI	60	Chlorure	
	COV	1 320	COT	
	Xylène	360	Métaux	
Transvasement des conteneurs IBC dans des réservoirs de stockage de solvant	Ethanal	76	Xylène	
	COV	1 330	COT	
	Xylène	570		
Utilisation de combustibles pour les chariots élévateurs à fourche (utilisation de 5 tonnes de diesel par an)	CO	79	COT	
	CO <sub>2</sub>	15 710		
	NM-COV	35,4		
	NO <sub>2</sub>	244		
	PM <sub>10</sub>	14,15		
	SO <sub>2</sub>	4		
Déversements dans les égouts	0		COT	5 980
			NH <sub>3</sub> -N	14
			Cu	0,5
			Ni	0,5
			Zn	0,5
			Huile	150
			Xylène, toluène, TRI, trichloroéthylène, rejets traces de Cl, P	
Totaux	CO	79	COT	5 980
	CO <sub>2</sub>	15 710	NH <sub>3</sub> -N	14
	Dichlorométhane	360	(Hypothèse selon laquelle il est impossible d'atteindre les limites pour l'azote)	
	Ethanal	124		
	NO <sub>2</sub>	244		
	PM <sub>10</sub>	14,15	Cu	0,5
	SO <sub>2</sub>	4	Ni	0,5
	TRI	80,3	Zn	0,5
	Trichloréthylène	60	Huile	150
	COV	2 706	Xylène, toluène, TRI, trichloréthylène, Cl, P	
	Xylène	930		

#### Vue d'ensemble de l'installation

Les données ci-dessus correspondent à une station de transfert de déchets dangereux équipée d'un socle imperméable. Elles contiennent des zones de regroupement avec des puisards aveugles et un toit. Les réservoirs de stockage des solvants se trouvent dans une zone à part entourée d'un merlon avec des filtres à charbon actif sur les événements. Les dégazages vers l'extérieur d'origine thermique et les pertes par déplacement de l'espace vide dues au chargement des réservoirs de stockage sont épurés avant d'être rejetés dans l'air. Les aires de chargement, déchargement et de stockage des fûts du site sont à l'air libre et drainées vers l'intercepteur et par conséquent vers les égouts. Il existe une surveillance continue du pH et du débit, et une surveillance hebdomadaire de la DCO, des métaux, de l'huile, de l'azote ammoniacal et des solides en suspension pour le déversement dans les égouts. Les matériaux de conditionnement et les anciens conteneurs contaminés sont envoyés en décharge.

Le site traite un très large éventail de matières, mais principalement les flux suivants :

- solvants halogénés comprenant en moyenne 80 % de solvant ; 20 % de solides. La fraction de solvant se compose de 10 % de trichloréthylène ; 10 % de 1,1,1 trichloroéthane ; et 60 % de dichlorométhane
- solvants non halogénés comprenant en moyenne 70 % de solvants, 30 % de solides et de l'eau. Les solvants comprennent 10 % de toluène ; 30 % de xylène ; 10 % d'acétone, 20 % d'autres produits, principalement MEK, éthanol, éthanal, méthanol et hydrocarbures aliphatiques en C<sub>10</sub>-C<sub>12</sub>
- les autres principaux flux de déchets sont constitués par de l'acide chlorhydrique dilué et du zinc, de l'acide sulfurique et de l'acide phosphorique provenant du traitement des métaux, d'huiles solubles, de soude caustique diluée, de solutions d'ammoniaque diluée provenant des traitements photographiques, de résidus aqueux de peinture, de résidus aqueux d'adhésif et d'éthylène glycol. Tous font l'objet d'un regroupement avant leur transfert ou leur stockage.

Les déchets SORTANTS produits s'élèvent à 120 tonnes de combustibles issus des déchets et 60 tonnes de matières halogénées par an. L'installation traite 120 tonnes de déchets à partir de conteneurs IBC remplis sur site et 260 tonnes de déchets supplémentaires qui arrivent sur le site dans des conteneurs IBC.

**Tableau 3.11 : Exemple d'estimation totale des émissions émanant d'un centre de transfert des déchets**

[56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003]

#### **Emissions émanant des traitements de déchets spécifiques**

Traitements de déchets spécifiques	Air	Eau	Déchets
Destructeur-broyeur d'aérosols	Dans certains cas, des gaz propulseurs sont rejetés dans l'air par le biais du ventilateur d'aspiration.	Un bilan massique suggère que les émissions dans l'eau pourraient atteindre 250 t/an, mais les données sur le tonnage des déchets liquides actuellement produits sont insuffisantes pour effectuer un calcul précis.	Les liquides provenant du procédé de broyage sont recueillis et pulvérisés sur la décharge adjacente.
	Les ingrédients actifs et les solvants porteurs peuvent comprendre des matières telles que des diluants pour peinture, des alcools et parfois quelques pesticides		
Traitements de valorisation des CFC	Les huiles usagées contiennent parfois quelques CFC qui s'évaporent dans l'air. Un petit rejet supplémentaire se produit pendant l'échantillonnage de routine.	Estimation possible des déversements	Les réfrigérants CFC sont valorisés pour être réemployés et génèrent un petit flux d'huile qui est envoyé vers un traitement supplémentaire. Une très petite quantité de l'agent dessicatif utilisé (contaminé avec de l'huile) est mise en décharge chaque année.
Stockage des cargaisons et transfert des matières	COV, acides ou ammoniac		
Broyage du verre	Les particules posent de gros problèmes, malgré la présence de ventilateurs d'extraction, car la poussière se dépose sur les équipements, dans l'usine et sur le produit fini. Les équipements de réduction ne sont pas adaptés.		
Nettoyage des PCB	En règle générale, un programme de surveillance couvre généralement les rejets de PCB dans l'air, dans les eaux de surface et dans le sol au voisinage de l'installation. Le trichloréthylène (TCE) est distillé sur le site en vue de son réemploi et les boues résiduelles sont envoyées en incinération.		
Nettoyage des transformateurs contenant des PCB	La décontamination des transformateurs PCB ne s'applique jamais à tous les composants, et en conséquence il reste un résidu qui doit être incinéré. Dans le meilleur des cas, il est constitué uniquement des parties poreuses (bois et papier), à moins d'appliquer la technique au solvant pendant de longues durées de traitement, et on obtient finalement un produit qui peut être envoyé en décharge, si les niveaux de PCB résiduels sont acceptables au plan de la réglementation. Il existe un potentiel d'émissions fugitives des PCB par le biais de la formation d'aérosols.		

**Tableau 3.12 : Emissions provenant des procédés de traitement de déchets spécifiques**  
[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [100, UNEP, 2000], [150, TWG, 2004]

### 3.1.4 Déchets SORTANTS provenant des traitements de déchets courants

En fonction du type d'opération de la technique de traitement, les propriétés physiques et/ou chimiques des déchets sont susceptibles de changer lors de l'application des techniques courantes. Toutefois, certaines techniques courantes (par exemple le stockage, l'acceptation, la réception) ne modifient pas les propriétés chimiques ou physiques des déchets ENTRANTS. D'autre part, d'autres techniques comme par exemple l'assemblage, le mélange, le broyage, le déchiquetage, modifient les propriétés des déchets ENTRANTS.

## 3.2 Emissions et consommations émanant des traitements biologiques

[33, ETSU, 1998], [51, Inertec et al., 2002], [54, Vrancken et al., 2001], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [66, TWG, 2003], [76, EEA, 2003], [81, VDI et Dechema, 2002], [86, TWG, 2003], [113, COWI A/S, 2002], [138, Lanfranchi, 2003], [150, TWG, 2004]

La présente section examine les émissions et les consommations des traitements biologiques mentionnés dans la Section 2.2. Chaque partie de la Section 3.2 est structurée selon le plan de la Section 2.2 et les traitements sont donc présentés dans l'ordre suivant : émissions et consommations de la digestion anaérobie, traitements biomécaniques et enfin traitements biologiques appliqués au sol contaminé. Les émissions associées à un traitement annexe, par exemple à une opération de la station de transfert, sont traitées dans la Section 3.1.

### 3.2.1 Déchets ENTRANTS dans les traitements biologiques

En règle générale, un traitement biologique réussi ne survient que lorsque les déchets ne sont pas toxiques (bien que des micro-organismes puissent s'acclimater dans une certaine mesure et à certains déchets), à l'intérieur d'une plage de pH relativement étroite comprise entre pH 4 et pH 8, et à un rapport carbone/azote/phosphore (C:N:P) d'environ 100:5:1. Un traitement biologique peut, dès lors qu'il est bien préparé, être adapté à un large éventail de composés organiques que l'on trouve dans les déchets ou dans le sol contaminé.

#### Digestion anaérobie

La digestion anaérobie peut s'utiliser pour traiter directement des déchets liquides ou solides (par exemple, des déchets solides municipaux) ou pour traiter des boues biologiques générées par une phase aérobie antérieure. Il existe un certain nombre de stocks d'alimentation possibles pouvant être utilisés dans une digestion anaérobie, notamment : des déchets alimentaires séparés à la source, des boues d'épuration (par exemple, les boues d'épuration provenant d'un traitement des eaux résiduaires municipales), des sous-produits agro-industriels, le lisier, les boues fluides, certaines fractions de déchets solides municipaux et des déchets du sol.

La digestion anaérobie (AD) est mieux adaptée aux déchets ayant une teneur élevée en humidité que la digestion aérobie. Le procédé de la digestion anaérobie peut avoir lieu lorsque la teneur en humidité est comprise entre 60 et 99 %. La teneur en humidité effective est également importante. Si elle est faible, on assiste à une augmentation à la fois de l'inhibition de l'ammonium et de la toxicité des sels. C'est pourquoi, les déchets ménagers et autres déchets putrescibles, qui à eux seuls peuvent être trop humides et pas assez structurés, pour une digestion aérobie, constituent un stock d'alimentation excellent pour la digestion anaérobie. Des liquides sont souvent ajoutés aux procédés anaérobies (eau ou effluent recyclé) pour maintenir une teneur en humidité élevée.

Les caractéristiques du stock d'alimentation ont des effets très importants sur le procédé anaérobie. Un stock d'alimentation de qualité élevée contribue à améliorer la qualité du digestat. Les concentrations élevées en métaux lourds du stock d'alimentation peuvent être toxiques pour les bactéries méthanogènes, selon l'ordre croissant de gravité suivant : fer < cadmium < zinc < chrome < plomb < cuivre < nickel. La teneur en solides volatils va avoir une incidence sur



l'ampleur avec laquelle le procédé doit être surveillé pour éviter les effets destructeurs d'une surcharge.

Le type de déchet accepté dans ce type de traitement est, principalement, les déchets biodégradables séparés à la source, étant donné que les matières et les nutriments doivent être récupérés avec une contamination minimale, le compostage des déchets résiduels ou des fractions séparées de ceux-ci ne cesse de se raréfier. C'est pourquoi, les types de déchets généralement utilisés sont les fractions organiques humides provenant des déchets domestiques (cuisines) ainsi que des hôtels et des restaurants. Les déchets des jardins et des parcs ainsi que le papier et le carton ne sont habituellement pas traités. Parmi les fractions de déchets exclues, il faut citer les métaux, les matières plastiques, le verre, les déchets des animaux, qui sont indésirables dans les usines sans une procédure d'hygiénisation en raison de la dégradation de la lignine qui nécessite un compostage post-digestion.

Il existe deux solutions principales pour la séparation des déchets. Le choix retenu a un impact important sur la qualité du stock d'alimentation de la digestion anaérobie :

- Séparation à la source (non couverte dans le champ d'application de ce document) – La séparation à la source est vivement encouragée dans un certain nombre d'Etats membres. Elle comprend la séparation de la fraction organique putrescible (biodéchets). Il est généralement admis qu'une séparation à la source fournit le meilleur stock d'alimentation au plan de la qualité tant pour la digestion anaérobie que pour le compostage, en offrant à la fois une teneur organique maximale et une contamination minimale par les métaux lourds, le verre et les matières plastiques. Après digestion des déchets séparés à la source dans le cadre d'un procédé fiable, le résultat final est la formation d'un digestat de qualité et d'un volume élevé de biogaz.
- Séparation centralisée – La séparation centralisée est la seule filière permettant d'obtenir une fraction digestible à partir des déchets résiduels. Les techniques mises en oeuvre comprennent le traitement mécanique, le traitement optique et le tri manuel. La fraction digestible obtenue tend à être plus contaminée que les biodéchets séparés à la source, avec des conséquences inévitables pour l'utilisation ultime du digestat (il existe certaines preuves selon lesquelles lorsque l'on utilise le pulpage comme phase de tri préalablement au procédé, la séparation des liquides peut conduire à l'élimination de certains éléments dangereux). Il existe également le risque que les composants les plus gros n'ayant pas été séparés provoquent une détérioration physique des installations de traitement situées en aval (par abrasion, obstruction ou enchevêtrement).

### Traitements biomécaniques

Les types de déchets susceptibles d'être acceptés par ce traitement sont les déchets municipaux non triés à la source, les boues (par exemple, les boues d'épuration provenant des stations d'épuration des eaux résiduaires municipales) et les déchets commerciaux solides. Techniquement parlant, il n'existe aucune restriction quant au fait de traiter aussi une fraction organique humide (par exemple, des déchets domestiques), des déchets des jardins et des parcs, des déchets organiques provenant des hôtels et des restaurants ou des papiers et cartons. Toutefois, il n'est pas d'usage de traiter ainsi ces derniers types de déchets.

La teneur en humidité des déchets en entrée est extrêmement variable, mais il est prévisible que les déchets « verts » et les ordures ménagères aient une teneur en humidité d'au moins 40 à 50 %.

### Traitements biologiques appliqués au sol contaminé

Caractéristique	Plage souhaitée
Teneur organique	0,025 – 25 % en poids/poids
Teneur en solides	10 – 40 % en poids/poids
Teneur en eau	60 – 90 % en poids/poids
Taille des particules de solides	< 0,635 cm de diamètre



Température d'alimentation	15 – 35 °C
pH d'alimentation	4,5 – 8,8

**Tableau 3.13 : Caractéristiques souhaitables de la charge d'alimentation pour les procédés de biodégradation des boues dans la décontamination des sols**  
[30, Eklund et al., 1997]

Le Tableau 3.14 présente l'efficacité de la biodégradation des boues pour certains groupes de contaminants.

Contaminant	Applicabilité
<b>Contaminants organiques :</b>	
Halogénés semi-volatils	2
Non halogénés semi-volatils	2
Pesticides	2
Halogénés volatils	1
Non halogénés volatils	1
Cyanures organiques	1
PCB	1
Dioxines/furannes	0
Corrosifs organiques	0
<b>Contaminants inorganiques :</b>	
Cyanures inorganiques	1
Amiantes	0
Corrosifs inorganiques	0
Métaux non volatils	0
Matières radioactives	0
Métaux volatils	0
<b>Contaminants réactifs :</b>	
Agents d'oxydation	0
Agents réducteurs	0
<b>LEGENDE :</b> 0 = Aucune efficacité prévue – selon l'opinion des experts, cette technologie ne fonctionnera pas. 1 = Efficacité potentielle – selon l'opinion des experts, cette technologie va fonctionner. 2 = Efficacité démontrée – un test de traitabilité à une certaine échelle a été réalisé avec succès.	

**Tableau 3.14 : Applicabilité de la biodégradation des boues pour le traitement des contaminants contenus dans le sol, les sédiments et les boues**  
[30, Eklund et al., 1997]

### 3.2.2 Consommations des traitements biologiques

#### Digestion anaérobie

Les traitements biomécaniques (MBT) comprenant une séparation et une digestion anaérobie consomment généralement de l'eau, des produits adjuvants et de l'énergie.

#### Eau

La consommation totale d'eau pour le traitement de 1 tonne de déchets est de 78 litres. Ce traitement utilise de l'eau du robinet ou de l'eau des nappes phréatiques. L'eau est consommée dans les étapes suivantes du procédé :

- production de vapeur : 22 litres par tonne de déchets
- production de solution polymère : 56 litres par tonne de déchets.

#### Adjuvants

Les produits ci-après (livrés par camion) sont utilisés comme adjuvants :

- floculants polymères anioniques (poudre polyacrylamide) : 60 grammes par tonne de déchets
- solution de chlorure de fer (40 % en poids/poids) : 3 kilogrammes par tonne de déchets

- agents antimousse (solution de polyalkylène glycol dans de l'eau) : 50 grammes par tonne de déchets.

### Energie

La seule source d'énergie utilisée pendant le fonctionnement normal de l'installation est l'électricité, qui peut être générée sur la site, et la chaleur qui peut être nécessaire pour d'éventuels procédés de séchage et pour le chauffage des bâtiments. La consommation d'électricité par tonne de déchets est de 55 kWh<sub>e</sub>. Cette électricité peut être générée au niveau de l'installation proprement dite par la combustion de biogaz dans un moteur à biogaz (rendement : 35 %). La consommation de biogaz pour la production d'électricité est de 29,1 Nm<sup>3</sup> de biogaz contenant 55 % en volume de CH<sub>4</sub> (c'est-à-dire 37 kg). La production d'électricité et la consommation d'énergie sont présentées dans le Tableau 3.15.

Type d'énergie	kWh par tonne de déchets solides municipaux	Source
Electricité en entrée	50 – 55	Propre production (moteur à biogaz)

**Tableau 3.15 : Consommation et production d'électricité**  
[54, Vrancken et al., 2001], [59, Hogg et al., 2002], [66, TWG, 2003]

Jusqu'à un tiers du biogaz produit est nécessaire pour chauffer le digesteur, car le procédé exige des conditions chaudes.

Les estimations concernant l'utilisation de l'électricité par l'usine varient énormément. Dans des usines rurales de traitement anaérobie, approximativement 20 % de l'électricité produite dans le procédé est nécessaire pour le fonctionnement de l'usine tandis que les usines urbaines utilisent les 2/3 de l'électricité produite.

### Traitements biomécaniques

Technique de traitement biomécanique	Taux d'aération (Nm <sup>3</sup> air/(m <sup>3</sup> de déchets.h)
Tunnel :	40 – 60
Retournement des tas	5 – 10
Pré-dégradation	1 – 5
Post-dégradation	
Tas	10

**Tableau 3.16 : Taux d'aération**  
[132, UBA, 2003]

Dans les systèmes biologiques quasi-dynamiques, la majeure partie de la quantité de déchets organiques est dégradée dans les quatre premières semaines de dégradation biologique. Au cours de cette période, les taux d'aération les plus élevés sont nécessaires et la consommation peut atteindre jusqu'à 60 ou 70 % du total de l'alimentation en air des tas. En cas d'interruption du procédé pendant la dégradation pré-biologique, la dégradation biologique est différée aux phases de dégradation biologique ultérieures/champs d'aération ultérieurs. Il en va de même pour les procédés statiques sans renouvellement. Dans le cas d'une fermentation en amont, la dégradation intensive des composants organiques facilement dégradables se produit dans le fermenteur fermé. Ainsi, les quantités de gaz d'échappement libérés en phase post-dégradation sont considérablement réduites comparées à celles des procédés de dégradation totalement aérobie.

### Energie

Procédé aérobie	Electricité (kWh/t)	Diesel (kJ/kg)
Digestion aérobie fermée	27 – 65 <sup>2</sup>	5

Andains	0	15
Plage <sup>1</sup>	4 – 72 <sup>2</sup>	5 – 132 <sup>3</sup>
<sup>1</sup> Dans cette plage sont inclus différents types d'installation avec des traitements de gaz plus ou moins sophistiqués ou sans traitement de gaz. <sup>2</sup> La valeur la plus élevée de la plage correspond généralement à un procédé doté d'un système d'épuration des gaz d'échappement élaboré. <sup>3</sup> Les consommations de diesel plus élevées sont associées à des consommations plus faibles d'électricité.		

**Tableau 3.17 : Consommations énergétiques spécifiques des procédés de digestion aérobie**  
**[59, Hogg et al., 2002], [66, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]**

#### Eau

Les usines de traitement biomécanique ajoutent parfois de l'eau aux andains, car la digestion aérobie s'accompagne d'une perte d'humidité, qui pourrait sinon conduire à un manque d'eau et à un arrêt du procédé de digestion aérobie. En règle générale, cet ajout d'eau a lieu généralement pendant les mois d'hiver et d'été.

Dans certains cas, il n'y a aucune consommation d'eau nette dans le procédé. Le séchage produit de l'eau (350 litres, sous forme de vapeur, par tonne de déchets). Pendant la digestion aérobie, les températures atteignent de 50 à 60 °C. Ainsi, l'eau que perd le stock d'alimentation se transforme en vapeur d'eau (environ 90 %) qui est généralement rejetée dans l'air. Toutefois, dans certains cas, une partie de cette eau est condensée. Le traitement de cette eau de condensation est très complexe. L'eau résiduaire purifiée (perméat) s'utilise comme eau du procédé dans le circuit de refroidissement. Elle s'évapore dans la tour de refroidissement. L'eau du robinet est utilisée uniquement dans la tour de refroidissement comme eau de complément (10 litres par tonne de déchets). Toutefois, selon d'autres sources, la consommation d'eau s'échelonne de 260 à 470 litres par tonne de déchets traitée.

#### Produits annexes

Au vu des données rapportées, aucun produit annexe n'est utilisé dans le procédé, à l'exception des feuilles de plastique servant à mettre en balles les combustibles solides issus des déchets.

#### **Traitement biologique des sols contaminés**

Très souvent, les micro-organismes utilisent les polluants organiques comme source de carbone et d'énergie. Par ailleurs, la concentration des nutriments tels que l'azote et le phosphore doit être ajustée pour soutenir la croissance microbienne. Habituellement, un sel d'ammonium tel que le  $\text{NH}_4\text{Cl}$  est utilisé pour permettre un apport en azote et en phosphore sous forme de sel de phosphate. Toutefois, la croissance des micro-organismes nécessite de nombreux éléments tels que des vitamines et certains métaux (Fe, Mg, Cu, etc.). Ces éléments peuvent être naturellement présents dans le sol mais il est parfois nécessaire d'apporter des compléments. Les rapports carbone/azote/phosphore (C/N/P) servent parfois à déterminer la quantité totale des nutriments nécessaires. En fait, un contrôle régulier de la concentration des nutriments dans le sol doit être réalisé. Le sol pollué est quelquefois mélangé à du compost pour optimiser le traitement biologique. L'adjonction de compost est très souvent de l'ordre de 10 à 30 % et ne dépasse jamais 40 %. L'eau est parfois aussi utilisée afin d'augmenter la teneur en humidité du sol.

L'oxygène et les nutriments (N et P) sont ajoutés au sol contaminé pour biostimuler la biodégradation. L'augmentation de la flore des micro-organismes avec des organismes spécifiques (par exemple des bactéries, des champignons), accroît la biodégradabilité des contaminants.

### **3.2.3 Emissions émanant des traitements biologiques**

Les émissions spécifiques provenant des traitements biologiques dépendent :

1. des composés volatils déjà présents dans le stock d'alimentation,
2. de la quantité et du type de déchets à traiter et

3. du type de traitement.

Par exemple, les déchets dérivés de sources biologiques (tels que les effluents de clarification ou ceux de l'industrie alimentaire) sont moins susceptibles d'émettre de fortes quantités de polluants. Ainsi, par exemple, les émissions (charges de COT, méthane, N<sub>2</sub>O, ammoniac, etc.) émanant du traitement biologique de biodéchets collectés séparément (non couvert dans ce document) sont comparables aux émissions émanant d'un traitement biologique de déchets solides municipaux et de la boue sauf pour certains ingrédients COV volatils issus des déchets solides municipaux (par exemple hydrocarbures chlorés fluorés).

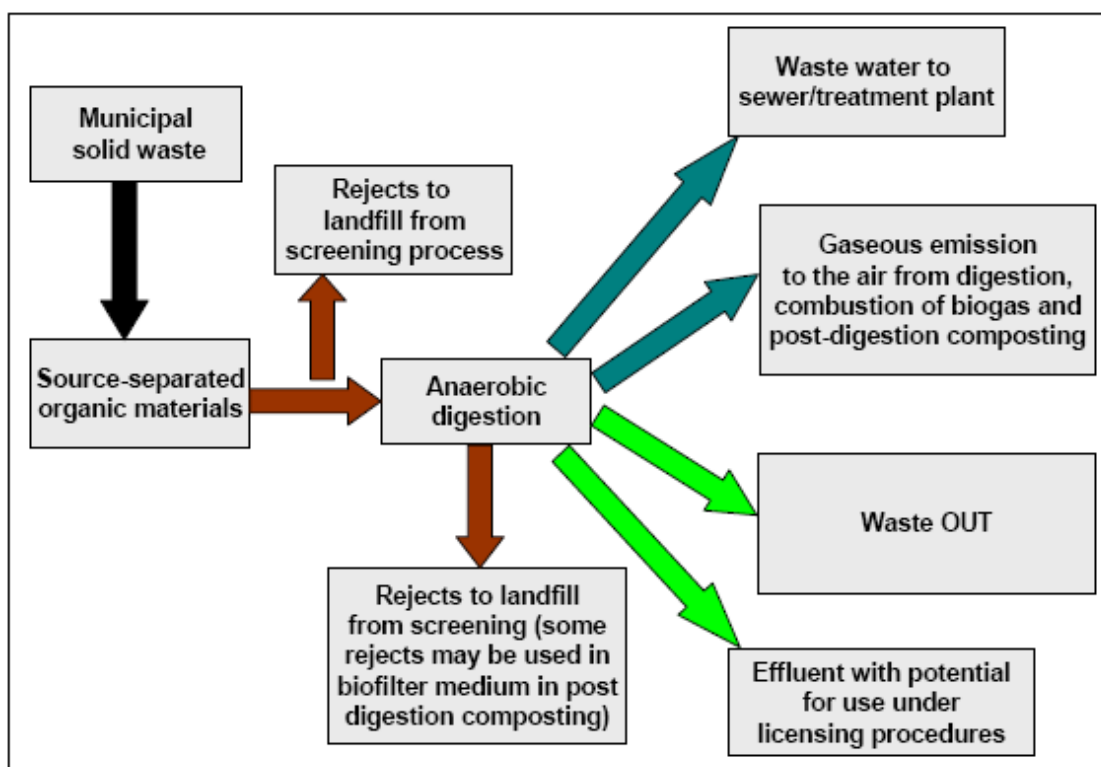
Les métaux lourds contenus dans les matières d'origine seront bien mélangés au reste des matières par dissolution, extraction ou simplement par réduction en fragments plus petits au cours de l'opération.

L'une des caractéristiques communes aux traitements biologiques est que les métaux lourds et les autres composants non biodégradables sont soumis à une dilution par mélange, à une dissolution dans la phase aqueuse, à une intégration dans le corps des micro-organismes, à une concentration par perte d'humidité et de poids et ainsi de suite. En règle générale, les composés métalliques lourds ne sont ni séparés sélectivement des déchets, ni concentrés sélectivement pour en faire une matière de sortie cible.

Les constituants chimiques volatils vont très semblablement donner des émissions atmosphériques fugitives, conjointement à l'ammoniac. Les déchets municipaux tendent à produire des métaux dans les effluents ou dans les boues.

### Digestion anaérobie

La Figure 3.2 représente les émissions pertinentes émanant des procédés de digestion anaérobie.



Déchets solides municipaux	Eaux résiduelles à destination des égouts/stations de traitement
Matières organiques séparées à la source	Emissions de gaz dans l'air émanant de la digestion, de la combustion du biogaz et du compostage post-digestion

Rejets en décharge à partir du procédé de criblage	Déchets SORTANTS
Digestion anaérobie	Effluent avec potentiel d'utilisation dans des procédures soumises à autorisation
Rejets en décharge à partir du criblage (certains rejets peuvent être utilisés dans le milieu du biofiltre en compostage post-digestion)	

**Figure 3.2 : Représentation schématique des entrées et des sorties d'un procédé de digestion anaérobie**

Remarque : Les flèches marron représentent les matières solides  
 Les flèches bleues représentent les émissions  
 Les flèches vertes représentent des déchets SORTANTS ayant une certaine utilisation  
 [59, Hogg et al., 2002], [150, TWG, 2004]

#### Emissions dans l'air

Ce procédé est entièrement fermé et les émissions atmosphériques sont peu probables sauf pendant le transfert à destination et en provenance du digesteur. Les systèmes anaérobies génèrent moins d'émissions que les systèmes aérobies par kilogramme de déchets, étant donné que la principale émission de gaz (méthane) est un produit désiré. Toutefois, les émissions liées à la livraison des déchets et au traitement mécanique sont susceptibles d'entraîner des émanations d'odeurs et de poussières et la digestion aérobie du digestat peut conduire à un important problème olfactif si elle n'est pas traitée correctement. Les émissions générées par la combustion du biogaz sont généralement supérieures aux émissions générées pendant le procédé de production du biogaz.

Un simple bilan massique suggère que, si les matières en entrée ont une teneur en humidité de 70 %, et si la teneur en solides volatils du reste est de 80 %, alors les déchets en entrée doivent contenir 240 kg de solides volatils. La biomasse stabilisée non criblée peut représenter 40 % du poids initial, dont 40 % représentent l'humidité, le reste ayant une teneur en solides volatils de 40 %. Ceci implique une perte de 144 kg de solides volatils, si les matières en entrée ont une teneur en humidité de 70 %.

Comme déjà mentionné, étant donné que le procédé de digestion est totalement fermé, les émissions atmosphériques sont peu probables, sauf pendant le transfert à destination et en provenance du digesteur. Toutefois, des émissions fugitives de biogaz sont possibles à partir des soupapes de sécurité et des séparateurs d'eau non hermétiques. Il peut en résulter divers risques, dont le risque d'incendie ou d'explosion, ou encore la toxicité des gaz polluants tels que le H<sub>2</sub>S et les mercaptans (qui génèrent des odeurs). La présence d'azote gazeux est aussi possible.

La probabilité d'émissions de matières particulaires est moindre que dans le cas d'une digestion aérobie parce que le procédé est totalement fermé, mais il existe probablement des unités de préparation des déchets pouvant avoir des émissions de matières particulaires plus importantes.

Composant	Concentration des émissions	Unité	Emissions spécifiques (g/tonne de déchets)	Emissions spécifiques (g/MJ de méthane)
Gaz de combustion				11 000 Nm <sup>3</sup> /t
Méthane	Fugitive	% en vol	0 – 411	0,1
CO <sub>2</sub>	31 – 35,2	% en vol	181 000 – 520 000	85
CO			72,3	0,25
NO <sub>x</sub>			10 – 72,3	
NH <sub>3</sub>	Fugitif			
N <sub>2</sub> O			0	0,2
SO <sub>x</sub>			2,5 – 30	0,15
H <sub>2</sub> S	284 – 289	mg/Nm <sup>3</sup>	0,033	
COT (COV)			0,0023	
Matière particulaire				

(par ex. bioaérosol)				
Odeur	626	GE/Nm <sup>3</sup>		
Chloroforme	2	µg/Nm <sup>3</sup>		
Benzène	50 – 70	µg/Nm <sup>3</sup>		
Toluène	220 – 250	µg/Nm <sup>3</sup>		
Ethylbenzène	610 – 630	µg/Nm <sup>3</sup>		
m + p + o xylène	290 – 360	µg/Nm <sup>3</sup>		
HC halogéné et PCB			0,00073	
Dioxines/furannes (TEQ)			(0,4 – 4) • 10 <sup>-8</sup>	
Chlore total	1,5	µg/Nm <sup>3</sup>		
HCl			0,011	
HF			0,0021	
Cd			9,4 • 10 <sup>-7</sup>	
Cr			1,1 • 10 <sup>-7</sup>	
Hg			6,9 • 10 <sup>-7</sup>	
Pb			8,5 • 10 <sup>-7</sup>	
Zn			1,3 • 10 <sup>-7</sup>	
Fugitive signifie qu'il existe des émissions fugitives de ces composants mais qu'aucune donnée n'a été fournie pour les quantifier.				

**Tableau 3.18 : Exemples d'émissions gazeuses émanant des installations anaérobies**  
**[33, ETSU, 1998], [54, Vrancken et al., 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002],**  
**[150, TWG, 2004]**

#### Emissions dans l'eau

Bien que les systèmes anaérobies puissent fonctionner par étapes afin de réduire la DCO globale des effluents, ils ont généralement pour objectif de produire efficacement du méthane, et par conséquent les effluents liquides tendent à être beaucoup plus concentrés que les effluents provenant des systèmes aérobies.

Les espèces rejetées seront similaires à celles des systèmes aérobies, mais le volume de liquide est beaucoup plus élevé, et il sera nécessaire de procéder à des mesures pour calculer ces émissions (par ex. COT). La fraction aqueuse peut être déversée dans les égouts, ou passer par un système de traitement aérobie des eaux résiduaires avant d'être rejetée. Le COT, l'azote total, le phosphore total et les niveaux de chlore devront être surveillés à l'entrée et à la sortie de la station pour optimiser les performances de cette dernière et ce sont probablement là les indicateurs les plus pertinents d'une telle optimisation.

Il est peu probable que les unités de traitement des déchets biologiques provenant des industries alimentaires ou de l'agriculture produisent des émissions liquides contenant des métaux. En outre, la teneur en métaux d'un rejet peut être inférieure à celle d'un système aérobie équivalent, parce que les composés métalliques sont précipités et sont évacués avec la fraction solide. Toutefois, il arrive qu'une petite quantité soit présente dans les effluents liquides sous forme de solides en suspension.

La quantité de déchets, ou l'eau excédentaire générée, dépend d'un certain nombre de facteurs (à savoir de l'ampleur de la biodégradation, de la teneur en humidité des déchets en entrée et de la mesure dans laquelle l'eau du procédé est recyclée, de la manière dont le digestat est utilisé : dans certains cas, il est directement appliqué sur le sol sous forme de boue, et du degré d'utilisation de la vapeur pour chauffer la biomasse). La plupart des procédés cherchent à extraire l'eau excédentaire du digestat avant la digestion aérobie de la biomasse restante. Dans certains pays, toutefois, on observe peu de tentatives, voire aucune, à cette fin et le digestat est utilisé comme produit d'amendement des sols. Les études de certains sites font état de 100 à 500 kg par tonne de déchets (poids humide). Les eaux excédentaires sont susceptibles d'être davantage polluées lorsqu'elles proviennent de systèmes par voie sèche car l'eau recyclée est plus importante dans les systèmes par voie humide. Le Tableau 3.19 présente les chiffres correspondants aux systèmes par voie sèche et par voie humide. Les chiffres sur les systèmes

par voie sèche et par voie humide du Tableau 3.19 concernant l'eau des déchets avant élimination des solides en suspension. Dans la phase post-traitement, la liqueur issue du digestat peut être soumise à un procédé de dénitrification, ou filtrée et/ou acheminée à un décanteur, les solides étant potentiellement ajoutés au digestat et l'eau en excès étant envoyée aux égouts.

Composants	Unités	Systèmes par voie sèche	Systèmes par voie humide	Quantité (g) <sup>1</sup>
Débit d'eau résiduaire	m <sup>3</sup> /t			0,47
DCO	mg O <sub>2</sub> /l	20 000 – 40 000	6 000 – 24 000	20 – 530
DBO	mg O <sub>2</sub> /l	5 000 – 10 000	2 500 – 5 000	
Ammoniac				1 – 160
Nitrate				1 – 10
Azote total	mg N/l	2 000 – 4 000	800 – 1 200	
Phosphore total				
Cl				
Sulfate				1 – 5
As				
Cd				
Cr				
Cu				
Hg				
Ni				
Pb				
Zn				
<sup>1</sup> Pour 261 litres d'eaux résiduaires/tonne de déchets (avec réduction possible à 211 litres par réemploi partiel de l'eau utilisée pour la production d'une solution polymère). La plage dépend du type de traitement appliqué aux eaux résiduaires.				

**Tableau 3.19 : Caractéristiques type des eaux résiduaires provenant de la digestion anaérobie** [59, Hogg et al., 2002], [33, ETSU, 1998], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [66, TWG, 2003]

#### Matières digérées et déchets

En ce qui concerne la digestion anaérobie, la boue ou digestat est habituellement déshydratée. Les métaux lourds contenus peuvent s'infiltrer dans le sol (lixiviation) ou être chassés dans les cours d'eau si le digestat est utilisé comme compost, couverture de sol ou mis en décharge. Dans le cas où la quantité de métaux lourds est trop élevée pour permettre une application sur le sol, le compost/la boue peut être utilisé pour une couverture quotidienne des décharges. Dans ce cas, la directive relative aux eaux souterraines peut être appliquée.

Comme les boues anaérobies obtenues sont générées dans un environnement réducteur, elles peuvent concentrer certains composés tels que des sulfures métalliques et certaines substances organiques (par exemple des substances organiques non solubles, ne pouvant être traitées.). Les boues issues du traitement des déchets solides municipaux ou les boues d'épuration industrielles ont une teneur en métaux qui résulte du dépôt des métaux contenus dans les déchets en entrée dont elles sont issues.

Le gâteau de boues, généré dans la station d'épuration des eaux résiduaires peut ensuite faire l'objet d'une purification chimique supplémentaire. Si aucune purification n'est réalisée, le gâteau de boues doit être éliminé en décharge ou par co-incinération. Le résidu du lavage du sable n'est probablement pas adapté à un traitement thermique, en raison de son faible pouvoir calorifique : il est donc éliminé en décharge.

#### **Traitements biomécaniques**

La perte de poids au cours du procédé aérobie représente d'environ 10 à 20 % de matière sèche des déchets en entrée, ce qui équivaut à une perte de 30 à 40 % par rapport au poids total. Toutefois, ces données ne font pas la différence entre la perte d'humidité et la production de dioxyde de carbone. Les systèmes aérobie exploités à l'air libre sont davantage susceptibles de créer un large éventail d'émissions car la température et la teneur en humidité du procédé sont



plus difficiles à contrôler. Le risque de saturation des matières et de production d'une émission liquide est beaucoup plus grand, de même que le risque d'aboutir à un procédé anaérobie avec des émissions consécutives de méthane.

Diverses sociétés réalisent une co-digestion des flux de déchets organiques dangereux avec des déchets municipaux ou des déchets verts et une faible concentration de substances organiques halogénées avec des déchets organiques aqueux. Dans les deux cas, il est raisonnable de prévoir que la biomasse s'adapte à une nouvelle source d'aliments, mais il est également raisonnable de prévoir qu'une élévation de la température du compostage ou qu'une agitation dans les réservoirs des systèmes à boue activés, vont créer un rejet dans l'air de nouvelles espèces.

Par opposition aux installations de compostage traitant des déchets verts et des biodéchets collectés séparément, les matières traitées dans les installations de traitements biomécaniques peuvent présenter une large plage d'émissions (déchets municipaux). Les gaz d'échappement des traitements biomécaniques peuvent contenir des hydrocarbures chlorés fluorés, de l'ammoniac, du mercure, du méthane, du  $N_2O$  et d'autres composés.

Le gaz d'échappement des traitements biomécaniques est produit en partie au cours du traitement mécanique mais il est principalement lié au procédé biologique qui libère de la chaleur. En fonction du procédé, les températures peuvent atteindre de 30 à 90° C. Ainsi, une grande partie de l'humidité contenue dans les déchets est évacuée. En outre, les reliquats de solvants et d'hydrates de carbone des huiles minérales peuvent être éliminés. Dans ces conditions limites, le gaz d'échappement du traitement biomécanique contient au moins les groupes de matières suivants :

- *eau sous forme d'air d'échappement du procédé saturé en vapeur d'eau qui ne peut être sous une forme autre que saturée à moins d'ajouter de l'air extérieur non saturé*
- *produits de dégradation de la décomposition organique qui sont également connus dans la fermentation alcoolique, tels que l'acétone, les acétaldéhydes, l'éthanol, le méthanol, le butanol et d'autres composés à chaîne courte*
- *solvants en particulier le benzène, le toluol, le xylène*
- *les terpènes odorants, principalement le limonène et l'alpha-pinène et le bêta-pinène*
- *traces d'hydrates de carbone d'huiles minérales.*

### Emissions atmosphériques

Il existe une quantité limitée d'informations disponibles sur les émissions émanant des opérations aérobies. Les émissions atmosphériques de polluants et des substances odorantes des usines de traitements biomécaniques sont les suivantes :

- *émissions spécifiques aux déchets (type, composition, âge)*
- *émissions spécifiques aux traitements (dégradation aérobie, fermentation)*
- *émissions spécifiques aux procédés (type d'aération)*
- *émissions dépendant de la gestion opérationnelle*
- *émissions influencées par les conditions météorologiques (temps) dans le cas de réacteurs ouverts.*

Outre le rejet de substances odorantes à la livraison et pendant le traitement mécanique, les émissions de l'usine sont principalement déterminées par les sources ci-après :

- *dégradation aérobie*
- *fermentation*
- *traitement de l'air d'échappement/des gaz d'échappement.*

Les rejets de la dégradation microbiologique représentent de 30 à 50 MJ de chaleur par kg de substance organique contenue dans les déchets. Cette chaleur conduit à un auto-échauffement souhaité des matières. Le surplus de chaleur, au-delà de la quantité nécessaire pour le maintien de la température du procédé, est dissipé par évaporation de l'eau. L'eau a donc une fonction importante, celle de caloporteur.

Capacité du MBT kt/an	Partie de l'installation	Renouvellement de l'air, température <sup>1</sup> , conditions du procédé	COT (FID)	Concentration de l'odeur		Odeur
			mg/m <sup>3</sup> et g/t respectivement	Spectre GE/m <sup>3</sup>	Moyenne GE/m <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> GE/h
30	Traitement mécanique et fosse basse	Ventilation forcée, renouvellement d'air approx. 2 X, 5 à 10° C pendant la prise de mesure	40 mg/m <sup>3</sup> 20 – 25 g/t	-	-	-
200	Traitement mécanique et fosse bas	Ventilation forcée, renouvellement d'air approx. 1,5 X, 10 à 13° C pendant la prise mesure	15 – 25 mg/m <sup>3</sup> 25 – 55 g/t	150-630	390	38
30	Air d'échappement total du traitement biomécanique (à 2 semaines de dégradation biologique)	Mélange d'air d'échappement provenant des halls et des tas, renouvellement de l'air approx. 3 X, 25 à 30° C pendant la prise mesure	60 – 130 mg/m <sup>3</sup> 500 – 720 g/t sans méthane 10 – 30 mg/m <sup>3</sup> approx. 700 g/t méthane			
50	Air d'échappement total du traitement biomécanique (à 16 semaines de dégradation biologique)	Mélange d'air d'échappement des halls et des tas, renouvellement de l'air approx. 1 X, 20 à 30° C pendant la mesure	700 – 880 g/t 200 – 700 mg/m <sup>3</sup> jusqu'à 12 000 g/t méthane			
70	Air d'échappement de la dégradation biologique (fermentation à 8 semaines de dégradation biologique)	Mélange de l'air d'échappement des halls et des tas, renouvellement de l'air une seule fois approximativement, 25 à 30° C pendant la mesure		8 000-20 000	15 000	1 200 biofiltre
<sup>1</sup> Dans certains systèmes (systèmes à aspiration d'air), les températures peuvent atteindre 40° C.						

**Tableau 3.20 : Exemples de paramètres de l'air émanant de certains traitements biomécaniques [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]**

Certaines données concernant les émissions dans l'air provenant des opérations aérobies sont présentées dans le Tableau 3.21 ci-dessous.

Paramètres/polluants	Emission dans l'air (valeurs en g/tonne de déchets digérés) <sup>6</sup>
Débit	Air d'échappement : 2 500 – 30 000 Nm <sup>3</sup> /t
Ammoniac <sup>3</sup>	5 – 3 700 Autres données : 0,12 fois le tonnage d'entrée <sup>1</sup> 20 – 40 mg/Nm <sup>3</sup> <sup>4</sup>
Dioxyde de carbone	98 – 563 kg/tonne de déchets solides municipaux 482 – 566 kg/tonne de déchets solides municipaux si le équipements, le système énergétique et les bâtiments sont inclus Autres données : 10 – 20 % tonnage de déchets en entrée x 100 20 % des solides secs en entrée
N <sub>2</sub> O	11 – 110
NO <sub>x</sub>	100
Méthane	411 – 2 000
Matières particulaires <sup>2</sup>	163 – 186
PM <sub>10</sub> s	par ex. bioaérosols
Odeur	50 – 500 GE/m <sup>3</sup>
COT (VOC) <sup>5</sup>	0,7 – 600
AOX	
CFX	
Dioxines/furannes	0,1 ng/m <sup>3</sup>
Microbes	
Mercur	
<sup>1</sup> Réduction du facteur d'émission de 50 % si le système utilise une ventilation forcée ou un autre procédé pour fournir partout des conditions aérobies ; augmentation du facteur d'émission en cas de réception de déchets à teneur élevée en azote. <sup>2</sup> Systèmes de filtre sur l'air de sortie pour réduire les émissions générales de particules mais non de PM <sub>10</sub> . <sup>3</sup> Si les conditions du procédé sortent de la plage allant de pH 4 à 8 et avec un rapport C:N:P différent de 100:5:1, il est alors possible que des quantités plus importantes d'autres gaz soient émises ; avec un stock d'alimentation à très forte teneur en azote, l'émission de quantités plus importantes d'ammoniac peut être particulièrement fréquente. <sup>4</sup> Soit 545 à 1 090 grammes par tonne avant toute réduction de l'ammoniac (par ex. biofiltre) <sup>5</sup> Le méthane peut représenter 1/6 de la quantité de COT. <sup>6</sup> Dans certains cas, plusieurs modes de calcul ou différents types de données d'émission sont présentés.	

**Tableau 3.21 : Emissions émanant des opérations de traitement biomécanique**  
[54, Vrancken et al., 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [66, TWG, 2003], [75, UNECE,], [81, VDI et Dechema, 2002], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### Emissions d'ammoniac

L'azote contenu dans les déchets peut être converti facilement en ammoniac, ce qui risque d'autant plus de se produire si les rapports C:N sont déséquilibrés (trop d'azote) ou si la masse devient anoxique. Pour les déchets verts, ce risque est plus probable pendant les mois d'été car les déchets comportent des niveaux élevés de tontes d'herbe et pas assez de matière à base de bois comme agent d'étoffement. Les systèmes de biodégradation ou de digestion aérobie totalement fermés où une forte injection d'air forcé fournit un excès d'oxygène produisent moins d'ammoniac que les andains classiques. La charge ammoniacale du gaz brut des usines de traitement biomécanique est comprise entre 10 et 560 mg/Nm<sup>3</sup> en fonction de la variante du procédé, de la quantité d'air d'échappement spécifique, etc. Avec une fermentation en amont, on arrive à une valeur de 1 000 mg/Nm<sup>3</sup> dans la dégradation pré-biologique. Outre son effet de pollution de l'air, une concentration élevée en ammoniac dans le gaz brut détériore les biofiltres souvent utilisés dans les usines de traitement biomécanique. C'est pourquoi, il est impératif que la charge d'ammoniac du gaz brut avant son entrée dans le biofiltre soit aussi faible que possible. Des laveurs-épurgateurs d'acide à pH contrôlé, en amont, peuvent conserver de manière fiable les concentrations en NH<sub>3</sub> sous 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

Les sites effectuent une gamme d'opérations de criblage, tamisage, broyage et retournement. Les émissions de matières particulaires se produisent mais il n'existe aucune donnée permettant de les quantifier. On sait que la plupart des opérations de digestion aérobie génèrent divers champignons, en particulier l'*aspergillus*. Les filtres sur l'air d'échappement minimisent les émissions de particules. Il existe aussi une possibilité d'émissions de  $PM_{10}$ .

#### *Bioaérosols*

Ce sont des micro-organismes et d'autres particules biologiques minuscules qui sont en suspension dans l'air. On les respire et ils sont généralement invisibles. Les bioaérosols peuvent être produits par le procédé aérobie. Des enquêtes ont attiré l'attention sur un champignon dénommé *aspergillus fumigatus*. On le trouve dans le monde entier, en particulier dans le sol et dans la litière des forêts. Il est associé, en particulier, au procédé de digestion aérobie et il est capable de dégrader la cellulose (un hydrate de carbone que l'on trouve dans le matériel végétal) et il est capable de survivre à des températures élevées (jusqu'à  $65^{\circ}C$ ). Au cours de son cycle de vie, l'*aspergillus fumigatus* produit de minuscules spores.

#### *Emissions olfactives*

Elles peuvent provenir des conditions anaérobies. Les odeurs émanent de la surface des piles ouvertes, des andains, des piles de maturation, des piles de stockage et des piles d'alimentation. Les gaz d'échappement provenant des systèmes d'aération contrôlés contiennent aussi des composés odorants. En règle générale, les composés odorants les plus problématiques dans les installations de digestion aérobie comprennent l'ammoniac, le sulfure d'hydrogène, les mercaptans, les alkyles sulfures tels que le diméthyle sulfure, le diméthyle disulfure et les terpènes. Ces composés sont présents dans de nombreux stocks d'alimentation ou sont formés au cours du procédé par les actions aérobies ou anaérobies.

#### *Certains pesticides*

Ils peuvent être réduits par photolyse, métabolisme des plantes ou action microbienne. D'autres persistent.

#### *Méthane*

*Le méthane est également un problème, bien que l'installation fonctionne habituellement d'une manière telle qu'elle minimise sa production. Les émissions de méthane vont de 10 à 2 000 mg/Nm<sup>3</sup>.*

### COV

Tous les produits volatils du stock d'alimentation tendent à être rejetés dans l'air en raison d'une augmentation de la température. Le gaz brut provenant des installations de traitement biomécanique contient un certain nombre de composés organiques simples dans des concentrations relativement élevées mais fluctuantes. La concentration du COT (carbone organique total) qui enregistre la totalité des teneurs organiques est un paramètre approprié pour la surveillance. Le gaz brut du traitement biomécanique contient des concentrations de TOC comprises entre 10 et 2 000 mg/Nm<sup>3</sup>, mais on a également mesuré des concentrations allant jusqu'à 7 500 mg/Nm<sup>3</sup>. Les tas à l'air libre ont des concentrations de COT supérieures à 1 000 mg/m<sup>3</sup> en raison des conditions anaérobies inévitables au cœur du tas. Des concentrations en carbone supérieures à 10 000 mg/Nm<sup>3</sup> ont été relevées à la surface des tas à l'air libre non aérés, notamment avec des conditions anaérobies à l'intérieur du tas. L'émission principale de COT se produit au cours de la première phase de dégradation biologique à chaud, c'est-à-dire dans la première ou dans les deux premières semaines de dégradation biologique. Le Tableau 3.22 ci-après présente la liste des composés organiques identifiés dans les traitements biomécaniques.

Alcanes		
1,1-diméthylcyclopentane	4-méthylnonane	n-dodécane

1,3-diméthylcyclohexane	alcane ramifié, 5	n-heptane
1,4-diméthylcyclohexane	5-méthylundécane	n-hexane
10 alcane ramifié	6-alkylcyclohexane	n-nonane
11 alcane ramifié	butylcyclohexane	n-pentadécane
2 ectane ramifié	2 C <sub>3</sub> -cyclohexane	n-pentane
2 undécane ramifié	C <sub>4</sub> -cyclohexane	n-tétradécane
2,3-diméthylpentane	cyclohexane	n-tridécane
2,4-diphényl-4-méthyl-2-pentène	décane	n-undécane
2-méthylundécane	diméthylcyclohexane	nonadécane
2-méthylheptane	dodécane	propylcyclohexane
2-méthylhexane	éthylcyclohexane	tridécane
2-méthylnonane	éthylcyclopentane	triméthylbenzol
2-méthylundécane	hexadécane	triméthylcyclohexane
3-méthylundécane	méthylcyclopentane	undécane
3-méthylheptane	méthylbutane	3 heptane ramifié
3-méthylhexane	méthylcyclohexane	7 nonane ramifié
3-méthylnonane	méthylotane	2 octane ramifié
4-méthylheptane	n-décane	dodécane ramifié
<b>HAP</b>		
1,2,3,4-tétrahydrométhyl-naphthaline	naphthaline	acétaphthène
1,2,3,4-tétrahydronaphthaline (tétraline)	diméthyl-naphthaline	méthyl-décane
éthyl-naphthaline (vinyl-naphthaline)	1-méthyl-naphthaline	2-méthyl-naphthaline
décahydrométhyl-naphthaline	méthyl-tétraline	
<b>Acides et esters</b>		
éthylester de l'acide 2-butène	méthylester de l'acide butyrique	Hexanal
éthylester de l'acide 2-méthylbutyrique	2 carbonacide ester	hexanacide éthylester
éthylester de l'acide 3-méthylbutyrique	6 carbonacide	éthylester d'acide gras
éthylester d'acide alcane	acide acétique	isopropylester de l'acide myristinique
éthylester d'acide alcane (acide > C7)	2 alcanacide	pentanacide méthylester
1-méthyléthylester de l'acide acétique	alkylester de l'acide acétique	propanacide éthylester
benzoacide	butylester de l'acide acétique	propanacide méthylester
benzoacide benzylester	éthylester de l'acide acétique	acide hétradécane
acide butyrique	méthylester de l'acide acétique	acide hexadécane
éthylester de l'acide butyrique		
<b>Terpène</b>		
α-pinène	β-pinène	β-myrcène
pinène	D-limonène	3-carène
<b>Aldéhydes/cétones</b>		
1,2-diphényléthanone	3-butène-2-one	hexanal
2,3-butandione	3-hydroxy-2-butanone	méthyl-2-butanone
5 2-alcanone	3-pentanone	méthylisobutylcétone
2-butanone	acétaldéhyde	nonanal
2-heptanone	acétone	octanol
2-hexanone	acétophénone	pentanal
2-méthylpropanal	décanal	2-heptanone ramifié
2-pentanone	diphényléthandione	dodécanal
2-undécane		
<b>Alcools</b>		
1-butanol	2-méthyl-1-propanol	isopropanol
1-pentanol	2-méthylbutanol	alcanol ramifié
2-butanol	3-méthyl-1-butanol	pentanol ramifié
2-éthyl-1-hexanol	butanol	éthanol
2-méthyl-1-butanol		
<b>Benzènes/alkylbenzènes</b>		
benzène	2 C <sub>6</sub> -benzène	méthylpropylbenzène
5 C <sub>3</sub> -benzène	3-diméthyléthylbenzène	propylbenzène
C <sub>4</sub> -benzène	éthylbenzène	styrol

1-méthylpropylbenzène	éthylméthylbenzène	toluène
15 C <sub>4</sub> -benzène	o/m/p-xylène	3-triméthylbenzoène
7 C <sub>5</sub> -benzène	méthylisopropylbenzole	
<b>Composés halogéniques</b>		
1,1,1-trichloroéthane	dichlorométhane	tétrachloréthylène
dichlorobenzène	fluoréthylène	trichloréthylène
<b>Composés soufrés</b>		
2-butanthiol	sulfure de diméthyle	dioxyde de sulfure
disulfure de diméthyle	méthanethiol	disulfure de carbone
<b>Siloxanes</b>		
cyclohexasiloxane	cyclotétrasiloxane	cyclosiloxane
cyclopentasiloxane	hexaméthylidisiloxane	siloxane
octaméthylcyclotétra-disiloxane		
<b>Phthalates</b>		
diéthylphthalate	diméthylphthalate	
<b>Ethers</b>		
Tétrahydrofuranne		

**Tableau 3.22 : Composés organiques analysés dans le cadre de quatre évaluations de l'air d'échappement (trois tests aérobies avec dégradation intensive et post-dégradation biologique, une installation anaérobies)**  
[132, UBA, 2003]

#### *Chlorofluorocarbures (CFC)*

Les rares données disponibles montrent que les usines de traitement biomécanique peuvent rejeter des charges de CFC supérieures à 10 grammes par tonne de matières en entrée selon le type de déchet traité (Tableau 3.23). Les principales substances sont les CFC R11 (trichlorofluorométhane) et CFC R12 (dichlorofluorométhane) fréquemment utilisées dans le passé.

Paramètre (g/tonne)	Installation A (air d'échappement émanant d'un tunnel)	Installation B (air d'échappement émanant du trommel de dégradation biologique)	Installation B (air d'échappement provenant du trommel de dégradation biologique)	Installation B (air d'échappement provenant des halls)	Installation C (air d'échappement provenant du module de dégradation biologique)
Sonde printemps	Hiver	Eté	Hiver	Eté	(estimation)
R11	n.d.	8,5	4,1	0,4	2,2 – 2,3
R12	n.d.	11,3	0,2	0,4	1,3 – 1,4
R21	n.d.	n.d.	-	n.d.	n.d.
R113	n.d.	n.d.	< 0,05	n.d.	1,9
R114	n.d.	n.d.	0,2	0,4	1,2 – 1,4

n.d. = non détectable

**Tableau 3.23 : Emissions de CFC dans les traitements biomécaniques (gaz brut)**  
[132, UBA, 2003]

#### Eaux résiduaires

Il est peu probable que les sites produisent un surplus de liquide parce que le procédé de digestion aérobie émet de gros volumes d'eau dans l'air et nécessite généralement un apport de liquide complémentaire. Lorsqu'ils le font, il s'agit alors de flux intermittents occasionnels. On sait que certains sites ont été confrontés à des problèmes d'eaux résiduaires ; néanmoins, il est probable que les quantités d'émissions de liquides sont petites car la digestion aérobie est un procédé exothermique.

Paramètre de l'eau	Emissions spécifiques (kg/tonne de déchets municipaux solides)	Concentration de l'eau résiduaire (mg/l)
Débit de l'eau résiduaire	260 - 470	

COT		40
DCO	0,457	120 - 200
DBO <sub>5</sub>		20 – 25
HC		10 – 20
BTEX		0,1
AOX		0,5
Chlorure	0,152	
N total		70
P total		1 – 3
CN	$7,28 - 10^{-5}$	0,2
Sulfure		0,1 - 1
Cd	0	
Cr	0	0,5
Cr (VI)		0,1
Cu	0	
Hg	0	
Mg	0	
Ni	$7,94 - 10^{-4}$	
Pb	$5,96 - 10^{-4}$	
Zn	$2,38 - 10^{-4}$	
Il faut s'attendre à trouver du cuivre et du zinc dans le lixiviat de la digestion aérobie car ce sont des micronutriments des végétaux. La présence de métaux toxiques dans les effluents est possible bien que la plupart des métaux demeurent dans le produit de la digestion aérobie.		

**Tableau 3.24 : Lixiviat de la digestion aérobie**

[54, Vrancken et al., 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [66, TWG, 2003], [75, UNECE,], [81, VDI et Dechema, 2002], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### Emissions dans le sol

Les sites de digestion aérobie doivent vérifier la présence éventuelle d'émissions de liquides dans le sol, même si les andains sont disposés sur des dalles en béton, car ces dernières ne sont pas toujours d'un seul tenant et une partie de l'opération peut être réalisée sur une surface perméable. Si la base est imperméable, les liquides déversés s'écoulent dans les eaux de surface ou dans les égouts ou dans les puits. Si les sites de digestion aérobie sont situés sur une décharge, les déversements de liquides iront dans la station d'épuration de la décharge.

Il existe aussi un problème en cas de pluies torrentielles, lorsque la chaleur du procédé de digestion aérobie ne permet pas d'évaporer l'excès d'eau tombant sur les andains. Dans ce cas, le surplus d'eau va entraîner les acides gras, les acides humiques ainsi que les solides du procédé de digestion aérobie et les transférer ensuite dans le sol, les eaux de surface ou les égouts.

En règle générale, les boues d'épuration et/ou le digestat destinés à être éliminés en décharge comportent des composés organiques, des composés azotés et phosphorés, du chlorure et du chrome.

#### **Traitements biologiques appliqués au sol contaminé**

##### Emissions atmosphériques dues à une biodégradation *ex situ*

Il existe peu d'informations sur les pertes volatiles provenant des procédés de bioremédiation *ex-situ*. Le Tableau 3.25 présente de manière succincte les données disponibles à la fois pour les systèmes en phase boueuse et à biopile. Bien que ces données soient limitées, la volatilisation semble être une petite composante de l'élimination globale des hydrocarbures dans ces procédés.

Contaminants	Taux d'émission	Emissions totales	Biodégradation/volatilisation	Remarques
<i>Bioremédiation en phase boueuse</i>				
Créosote	0,07 – 6,3 g HC/h	n.a.	n.a.	Les concentrations



				d'effluents gazeux ont enregistré un pic au jour 1 et ont diminué jusqu'à être proche de la ligne de base au jour 5.
Boue de pétrole	n.a.	910 kg HC	n.a.	425 000 kg de sol traités. Emissions ramenées à la valeur de base au jour 6.
Boue de pétrole	n.a.	10 – 20 kg/an ; 1,5 kg dragage 30 kg réservoir de stockage ; 4 kg bassin	n.a.	Estimations pour un système à grande échelle : 500 à 2 000 kg d'émissions de COV
<i>Biopile</i>				
Essence	n.a.	n.a.	99 %/1 %	Emissions atmosphériques mesurées pour les opérations de mise en pile/manutention, le mélange, et traitement thermique. Le mélange des composants représente 96 % de la perte de contaminants, 73 % de la perte des COV ont été piégés dans des unités de carbone
Pétrole	0,01 kg/h de HC une fois sur la durée ; 0,03 kg/h de HC après traitement (carbone)	n.a.	n.a.	Recirculation des effluents gazeux vers les biopiles pour réduire davantage les émissions
Pétrole	16 ppb de BTEX au démarrage ; 5 ppb de BTEX (jour 8) ; < 1 ppb de BTEX (jour 35)	n.a.	> 99 %/> 1 %	
<b>HC : Total des hydrocarbures</b>				

**Tableau 3.25 : Récapitulatif des données sur les émissions pour des systèmes de bioremédiation *ex-situ***  
[30, Eklund et al., 1997]

Dans les bassins ouverts ainsi que dans les procédés de digestion aérobie et de traitement des sols, les principaux facteurs environnementaux qui ont une influence sur les émissions atmosphériques, outre la biodégradabilité et la volatilité des déchets, sont la température du procédé et la vitesse du vent. Les émissions tendent à augmenter lorsque les turbulences en surface augmentent par suite de la présence du vent ou d'une agitation mécanique. La température a une incidence sur les émissions en raison de son influence sur la croissance microbienne. A des températures extérieures à la plage d'activité microbienne optimale, la volatilisation va croissant. Les émissions émanant des réacteurs indépendants sont également déterminées par les paramètres de conception du réacteur tels que la quantité d'air ou d'oxygène utilisée pour aérer la boue. Des flux de gaz plus importants vont entraîner un plus grand nombre de substances volatiles hors de la solution et accroître les émissions atmosphériques.

### 3.2.4 Déchets SORTANTS provenant des traitements biologiques

Cette section, dont la structure correspond à celle de la Section 2.2, décrit les déchets (ou les produits) générés par les traitements biologiques des déchets (déchets SORTANTS, selon la définition du Tableau 3.1).

### Digestion anaérobie

Le Tableau 3.26 présente une vue d'ensemble des déchets SORTANTS prévisibles (à partir de l'entrée de déchets municipaux solides séparés à la source).

Fractions appropriées pour une récupération de l'énergie	Quantités spécifiques (kg par tonne de déchets municipaux solides)	Pouvoir de chauffage (MJ/kg)	
		Faible	Elevé
Biogaz <sup>1</sup>	117,5 (75 – 364 Nm <sup>3</sup> )	15,4	16,8
Résidu léger	37,3	12,4	21,5
Combustibles issus des déchets	257,2	17	25,8
Fraction semblable à du bois	14	4,9	10,0

<sup>1</sup> Ce rendement plus faible s'explique principalement par la teneur plus élevée en matière non dégradable (sable). Les rendements sont susceptibles de varier d'une saison à l'autre (rendements plus élevés en automne/hiver).

**Tableau 3.26 : Déchets SORTANTS prévus (selon la composition standard des déchets) de l'installation**

[54, Vrancken et al., 2001], [59, Hogg et al., 2002]

#### Biogaz

Dans le biogaz, il y a aussi d'autres constituants en concentrations plus petites, notamment du monoxyde de carbone, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène. Une plus grande proportion de substances inorganiques et de substances polluantes dans le procédé va conduire à de plus petites quantités de biogaz « plus sale ». Les constituants du biogaz (autres que le dioxyde de carbone et le méthane) peuvent être très importants eu égard à son utilisation finale. Le Tableau 3.27 présente la composition type d'un biogaz généré par digestion anaérobie.

Composants	Concentration en biogaz (% en volume)	Production spécifique (g/tonne de déchets)	Emissions spécifiques (g/MJ de méthane)
CO <sub>2</sub>	25 – 50	181 000 – 520 000	85
Méthane	50 – 75	0 – 411	0,1
Eau (biogaz)	6 – 6,5		
O <sub>2</sub>	0,9 – 1,1		
N <sub>2</sub>	3,9 – 4,1		
H <sub>2</sub>			
H <sub>2</sub> S	< 0,1 – 0,8		
Ammoniac	< 0,1 - 1		
Mercaptan	Spores		
Acides gras à faible poids moléculaire			
Substances à poids moléculaire plus élevé	Eléments traces		

**Tableau 3.27 : Composition du biogaz généré par digestion anaérobie**

[33, ETSU, 1998], [54, Vrancken et al., 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [132, UBA, 2003]

Le biogaz peut être utilisé en partie pour la production d'électricité et/ou de chaleur (par ex. électricité, chauffage des bâtiments, véhicules alimentés au biogaz) lorsqu'on le fait brûler dans un moteur à biogaz. Lorsque le biogaz sert à générer de l'énergie, il est possible de produire de 20 à presque 300 kWh d'énergie nette par tonne de déchets. Le Tableau 3.28 présente les chiffres de plusieurs producteurs.

Etude/procédé	Production d'énergie nette (kWh/tonne de déchets)		
	Minimum*	Moyenne*	Maximum*
AN-Anaerob	38	49	60
DBA	45	53	60
Kompo	85	88	90

NOVEM	21	88	154
Plaunener-Verfahren	85	98	110
Waterman BBT		100	
DHV study		102	
White et al		110	
Prethane-Biopaq	80	110	140
IEA Bioenergy	75	113	150
BTÀ	100	115	130
Dranco	105	131	157
Vrancken		140	
WAASA	120	145	170
IWM	100	150	200
Schwarting-UHDE		154	
D.U.T.	254	273	292
* En présence d'un seul chiffre, la référence concernée n'a pas fourni de plage.			

**Tableau 3.28 : Chiffres de production d'énergie nette de plusieurs sources différentes**  
[59, Hogg et al., 2002], [54, Vrancken et al., 2001], [150, TWG, 2004]

Combustible solide issu des déchets destiné à servir de combustible

La plupart des informations sur cette question se trouvent à la Section 3.5.4.1. Le combustible solide préparé est un mélange préalablement trié de papier et de matières plastiques. Le lavage du produit de digestion donne deux flux supplémentaires à savoir un résidu et une fraction semblable au bois, avec un pouvoir calorifique résiduel qui permet un traitement thermique. Les trois flux ajoutés ensemble donnent 308,5 kg de mélange de combustible solide pour une valorisation thermique. Le mélange de combustible solide a un pouvoir calorifique inférieur de 16,5 MJ/kg et une teneur en matières solides totale de 66 %.

Type de déchets	%
Déchets organiques	45
Autres	31
Papier/carton	13
Matières plastiques	9
Textile	2

**Tableau 3.29 : Composition des déchets solides préparés**  
[54, Vrancken et al., 2001], [150, TWG, 2004]

Digestat

La quantité de digestat généré s'échelonne de 100 à 500 kilogrammes par tonne de déchets ENTRANTS. Cette plage est due à une extension de la biodégradation, à la teneur en humidité des déchets ENTRANTS, à l'ampleur du recyclage de l'eau du procédé, à la manière dont le digestat est utilisé et au degré d'utilisation de la vapeur pour chauffer la biomasse. La composition varie comme présenté dans le Tableau 3.30.

Stock d'alimentation	Unités	N	P	K	Mg	Ca
Biodéchets/RDF	% de TS	1,2	0,68	0,74		0
MSW triés à la source	% de DM	1,90	0,66	0,63	-	-
MSW triés à la source	ppm	20,0	11,9	14,7	11,6	49,7
MSW triés à la source	ppm	11	8	10	-	-
Fractions organiques MSW	ppm	1 – 1,3	6 – 12	8 – 12	17 – 26	60 – 110
Fruits/légumes du marché	ppm	21,9	9,5	10,5	4,7	-
MSW non triés	ppm	11	8	10	-	-

MSW non triés	ppm	19	13	15	3,67	-
---------------	-----	----	----	----	------	---

**Tableau 3.30 : Caractéristiques chimiques d'un digestat anaérobie**  
[59, Hogg et al., 2002], [150, TWG, 2004]

Autres produits/déchets

Produit valorisé	Production spécifique (en tonne par tonne de déchets traités)
Valorisation des nutriments	4,0 – 4,5 kg N/tonne 0,5 – 1 kg P/tonne 2,5 – 3 kg K/tonne
Valorisation énergétique	0,4 – 0,9 MJ d'électricité par tonne de déchets. En outre, les centrales CHP peuvent générer une quantité de chaleur similaire.
Total des éléments résiduels solides dépendant des déchets	0,3 – 0,6
Produits de qualité pour recyclage (valorisation)	Fibres (0,07 – 0,3) (pour compostage)
Autres éléments résiduels possibles pour réemploi sans restriction	Fluides (0,6) Inertes (0,05) Sable (0,08)
Éléments résiduels pour mise en décharge ou autre traitement des déchets	Tamissage surplus (0,02 – 0,1)
Métaux (ferreux inclus)	0,043
Métaux ferreux	0,032
La séparation et le lavage des matières digérées donnent des fractions de matières inertes, de sable et une fraction fibreuse. Les matières inertes et la fraction de sable peuvent être utilisées comme matériaux de construction. Une autre sortie correspond à la fraction fibreuse.	

**Tableau 3.31 : Vue d'ensemble de la technologie anaérobie pour le traitement des déchets biodégradables municipaux**  
[59, Hogg et al., 2002], [54, Vrancken et al., 2001]

**Traitements biomécaniques**

Les traitements aérobies réduisent le tonnage des matières en entrée grâce à la conversion d'une partie de la biomasse en dioxyde de carbone et en eau par des actions microbiennes.

Fractions appropriées à la valorisation énergétique	Quantité spécifique (kg par tonne de déchets municipaux solides)	Pouvoir calorifique (MJ/kg)	
		Faible	Elevé
Combustibles solides issus des déchets	300 – 460	16,6	19,9
<b>Fractions non appropriées à la valorisation énergétique</b>		<b>Destination et propriétés</b>	
Ferreux	32 – 40 : 24 ferreux 1 8 ferreux 2	Commerce ferraille (2 fractions) Pré-séparation Post-séparation	
Inertes	48,6 < 40 verre	Réemploi	
Non ferreux	8 – 10	Valorisation	
Matières riches en substances organiques (pour traitement biologique)	550 - Pertes du procédé 200 - Déchets traités pour mise en décharge 350	COT 18 % en poids/poids Pouvoir calorifique supérieur : 6 MJ/kg Densité > 1,5 t/m <sup>3</sup> (humide) Conductivité hydraulique $k_f < 10^{-8}$ m/s	

**Tableau 3.32 : Déchets SORTANTS d'un traitement biomécanique**  
[54, Vrancken et al., 2001], [59, Hogg et al., 2002], [81, VDI et Dechema, 2002]

Compost gris

Il faut s'attendre à trouver du cuivre et du zinc dans le compost car ce sont des micronutriments des végétaux. D'autres métaux lourds seront associés uniquement à la digestion aérobie globale ou par suit de l'adjonction de flux de déchets dangereux. En règle générale, les métaux demeurent dans la fraction solide. Les métaux se bioaccumulent dans la fraction compost. Le Tableau 3.33 présente certains produits valorisés par ce traitement.

Produit valorisé	Valeur (tonnes/tonne de déchets traités)
Valorisation des nutriments	2,5 – 10 kg N/tonne de biodéchets valorisés 0,5 – 1 kg P/tonne de biodéchets valorisés 1 – 2 kg K/tonne de biodéchets valorisés
Valorisation énergétique	Vraisemblablement (par exemple par des procédés de séparation/ stabilisation par voie sèche pour fabriquer des combustibles RDF). En fonction de la configuration, les RDF peuvent représenter (généralement) de 0,2 à 0,5 tonne, avec un pouvoir calorifique d'environ 15 à 20 MJ/kg (parfois plus élevé). En outre, dans certaines configurations, les procédés de digestion permettent une valorisation énergétique à partir de la dégradation de la fraction biodégradable (elle peut être > 100 KWh en fonction de la composition).
Total des éléments résiduels solides en fonction des déchets (tonnes/ tonnes de déchets)	0,7 – 0,9
Produits de qualité pour recyclage (valorisation)	Métaux (0,05)
Autres éléments résiduels possibles pour réemploi sans restriction	RDF (0,3 – 0,4) Fraction organique stabilisée (0,07 – 0,2) ▪ activité respiratoire (AT <sub>4</sub> ) : < 5 – 7 mg O <sub>2</sub> /g TS ▪ formation de gaz : GB21 < 20 mg/g TS
Éléments résiduels pour mise en décharge ou autre traitement de déchets	Rejets lourds et légers (0,2 – 0,4)

**Tableau 3.33 : Vue d'ensemble des sorties du traitement biomécanique des déchets municipaux biodégradables**

[59, Hogg et al., 2002], [150, TWG, 2004]

Les caractéristiques du produit de la digestion aérobie sont les suivantes : un kilogramme de déchets traités libère potentiellement une charge totale de 1 à 3 g de DCO, de 0,5 à 1,5 g de COT et de 0,1 à 0,2 g de NH<sub>4</sub>-N dans les lixiviats. Il va de soi que les chiffres réels dépendent de l'intensité respective et de la durée du traitement. Le Tableau 3.34 présente les émissions potentielles du compost gris sous forme de gaz et lixiviat.

Potentiel d'émission	Unité	Déchets solides municipaux non traités	Déchets solides municipaux avec traitement biomécanique
Gaz : carbone	litre/kg de matière sèche g C <sub>org</sub> /kg de matière sèche	134 – 233 71,7 – 124,7	12 – 50 6,4 – 26,8
Lixiviat : COT	g/kg de matière sèche	8 – 16	0,3 – 3,3
N	g/kg de matière sèche	4 – 6	0,6 – 2,4
Cl	g/kg de matière sèche	4 - 5	4 - 6
Remarque : Les valeurs minimales représentent le degré de stabilisation atteint par les traitements biomécaniques les plus modernes.			

**Tableau 3.34 : Plage de carbone organique, d'azote et de chlore transférés par gaz et lixiviat**  
[81, VDI et Dechema, 2002]

#### Traitements biologiques appliqués au sol contaminé

	Concentration initiale	Concentration finale	Elimination <sup>(a)</sup>
--	------------------------	----------------------	----------------------------

Composé	Solides (mg/kg)	Boue (mg/kg)	Solides (mg/kg)	Boue (mg/kg)	Solides (%)	Boue (%)
Phénol	14,6	1,4	0,7	< 0,1	95,2	92,8
Pentachlorophénol	687	64	12,3	0,8	98,2	92,8
Naphtalène	3 670	343	23	1,6	99,3	99,5
Phénanthrène et anthracène	30 700	2 870	200	13,7	99,3	99,5
Fluoranthène	5 470	511	67	4,6	98,8	99,1
Carbazole	1 490	139	4,9	0,3	99,7	99,8
Remarque : Traitement réalisé en utilisant un réacteur de 190 m <sup>3</sup> (a) Comprend l'effet combiné de la volatilisation et de la biodégradation						

**Tableau 3.35 : Performances d'un procédé de biodégradation des boues traitant des déchets de protection du bois**  
[30, Eklund et al., 1997]

### 3.3 Emissions et consommations provenant des traitements physico-chimiques

[30, Eklund et al., 1997], [51, Inertec et al., 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [89, Allemagne, 2003], [94, USA DoE, 2002], [99, Fons-Esteve et al., 2002], [100, UNEP, 2000], [101, Greenpeace, 1998], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [123, Perseo, 2003], [134, UBA, 2003], [147, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [154, UNEP, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004]

Cette section concerne les émissions et les consommations des traitements physico-chimiques (Ph-c) présentés dans la Section 2.3. Les procédés de traitements chimiques recouvrent un large éventail d'opérations unitaires et un large éventail de déchets. Cette section s'applique également aux usines de traitement chimique mettant en œuvre des procédés de neutralisation. Les parties ci-après mettent l'accent sur les informations dont disposent les opérateurs de sites à partir de leurs systèmes d'enregistrement et sur les zones dans lesquelles les émissions sont susceptibles de se produire. La plupart des sites sont totalement fermés : tous les liquides qui entrent sur le site ou qui sont générés sur le site (y compris l'eau de pluie) sont renvoyés au procédé. Ce secteur est très diversifié, mais c'est également l'un des secteurs les mieux surveillés, comme on a pu le constater lors des visites de sites.

La structure de chacune des parties suivantes de cette section est identique à celle de la section 2.3. Les émissions associées à un traitement annexe, par exemple opération d'une station de transfert sont couvertes dans la Section 3.1.

#### 3.3.1 Déchets ENTRANTS dans les traitements physico-chimiques

##### Eaux résiduaires

Les eaux résiduaires traitées par les traitements physico-chimiques sont :

- les flux de déchets principaux – il s'agit des acides inorganiques et des alcalins et de leurs eaux de rinçage conjointement aux déchets du nettoyage, du lavage et des intercepteurs provenant de toute une série de procédés.
- les déchets de l'industrie chimique – ils peuvent comprendre des flux alcools/glycols aqueux et des eaux de lavage du procédé.
- les déchets de nettoyage (vraisemblablement) avec de faibles niveaux de composés chlorés tels que le dichlorométhane ou des composés phénoliques. Les eaux de nettoyage provenant de l'industrie alimentaire peuvent également contenir ces substances.
- les déchets aqueux contenant des solvants.
- les déchets à forte teneur en azote (potentiel pour des émissions d'ammoniac).
- les déchets contenant du phosphore.
- les déchets inorganiques occasionnels : par exemple déchets contenant de l'arsenic.

- les déchets cyanurés – ces déchets sont généralement constitués de sels de cyanure solides ou liquides par exemple, le cyanure de sodium provenant des traitements de surface des métaux. Ils sont parfois présents aussi dans les déchets d'imprimerie, habituellement sous forme de cyanure d'argent. Les solutions de galvanisation à base de cyanure comprennent par exemple les cyanures de cuivre, de zinc et de cadmium
- les déchets des produits de développement (déchets de l'industrie photographique) comprenant généralement une solution avec un pourcentage élevé de sel d'ammoniac, et de manière prédominante de thiosulfate
- les eaux résiduaires provenant de la mise en forme ; les déchets huileux ; les procédés chimiques organiques ; et les procédés de dégraissage à la vapeur et à l'eau.

Sans rentrer dans les détails et/ou sans aborder des cas particuliers et spéciaux, les principales sources de déchets pouvant être traités dans une usine de traitement physico-chimique sont présentées dans le Tableau 3.36.

Chapitre du CEL (EWL)	Titre	Catalogue CEL (EWL)
06	Déchets des procédés de la chimie minérale	0601 Déchets de solutions acides 0602 Déchets de solutions alcalines 0603 Déchets de sels et leurs solutions 0604 Déchets contenant des métaux 0605 Boues provenant du traitement in situ des effluents
07	Déchets des procédés de la chimie organique	0701 Déchets provenant de la fabrication, formulation, distribution et utilisation (FFDU) de produits organiques de base 0702 Déchets provenant de la FFDU de matières plastiques, caoutchouc et fibres synthétiques 0706 Déchets provenant de la FFDU des corps gras, savons, détergents, désinfectants et cosmétiques
11	Déchets inorganiques contenant des métaux, provenant du traitement et du revêtement des métaux et de l'hydrométallurgie des métaux non ferreux	1101 Déchets liquides et boues provenant du traitement et du revêtement des métaux (par exemple procédés de galvanisation, de revêtement de zinc, de décapage, gravure, phosphatation et de dégraissage alcalin)
12	Déchets provenant de la mise en forme et du traitement mécanique de surface des métaux des matières plastiques	1201 Déchets à partir de la mise en forme (forge, soudure, presse, étirage, tournage, découpe, fraisage) 1202 Déchets du traitement mécanique des surfaces (grenaillage, meulage, affûtage, polissage) 1203 Déchets provenant du dégraissage à l'eau et à la vapeur
13	Huiles usagées	1304 Hydrocarbures de fond de cale 1305 Contenu de séparateurs eau/hydrocarbures
19	Déchets provenant des installations de traitement des déchets des stations d'épuration des eaux usées hors site et de l'industrie de l'eau	1908 Déchets provenant d'installations de traitement d'eaux usées non spécifiés ailleurs

**Tableau 3.36 : Types de déchets pouvant être traités dans une installation de traitement physico-chimique**

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

Le flux massique principal des usines de traitement physico-chimique est l'eau usée, ce qui correspond à environ 85 à 95 % de la masse des déchets acceptés en traitement.

#### Déchets marins aqueux



La plupart de l'eau usée provenant de déchets marins aqueux est contaminée avec de l'huile, des substances organiques et des matières solides (par exemple, des sédiments). La quantité de métaux lourds, de sels et d'autres substances inorganiques contenus dans l'eau et les fractions d'huiles sont relativement faibles. Le Tableau 3.37 présente les critères d'acceptation et de traitement pour la floculation/flottation et un traitement biologique.

Composants	Valeur limite d'acceptation (mg/l)	Valeur limite du traitement (mg/l)	Liste politique sur les mélange *
PCB	Limite de détection	Limite de détection	X
Dioxines	Limite de détection	Limite de détection	X
Pesticides	Limite de détection	Limite de détection	X
Composés organostanniques	Limite de détection	Limite de détection	X
Diphényléthers bromés	Limite de détection	Limite de détection	X
Inhibition respiration	10 %	10 %	
N total (Kjeldahl)	A débattre	500	
CN	A débattre	5	
Phénol	A débattre	1 500	
VOX	100	20	
EOX	10	5	X
Cd	0,1	0,1	X
Hg	0,01	0,01	X
Total des métaux lourds	25	25	X

\*La valeur d'acceptation limite est conforme à la politique sur les mélanges.

**Tableau 3.37 : Floculation/flottation et traitement biologique des déchets marins aqueux : critères d'acceptation et de traitement**  
[156 ; VROM, 2004]

### Déchets solides et boues

Parmi les déchets solides et les boues traités par les traitements physico-chimiques, il faut citer :

- l'amiante
- les scories ou les cendres lourdes des procédés de combustion
- les déchets FGT (par ex. cendres d'incinération des déchets solides municipaux, déchets hospitaliers, déchets industriels des incinérateurs)
- les boues à stabiliser. Les boues provenant de l'industrie chimique peuvent contenir des sulfates et des sels organiques.
- les déchets stables
- les boues provenant du traitement des eaux résiduaires (municipales ou industrielles)
- les résidus de l'industrie métallurgique (poussières, boues, scories). Leur teneur en Cr (VI) peut être élevée.
- les catalyseurs usagés
- les résidus de peinture
- les résidus minéraux d'un traitement chimique
- les déchets contenant des composés acides et solubles
- les résidus à teneur élevée en arsenic provenant de l'industrie chimique, métallurgique ou des minerais
- le sol contaminé. Il ressort de la réunion consacrée à l'évaluation des indicateurs de la contamination des sols [99, Fons-Estève et al., 2002], qu'il y a trois indicateurs principaux permettant d'établir si un sol est ou non contaminé : l'acidification, l'eutrophisation (l'indicateur type est la teneur en azote) et la teneur en métaux lourds (par ex. en mercure). Le sol contaminé peut contenir des roches, des briques et des barres pour béton armé, qui à moins d'être enlevés, risquent d'endommager les équipements utilisés pour la manutention des matières.

Le texte ci-après donne quelques informations sur certains de ces types de déchets.

### Cendres lourdes et déchets FGT des procédés de combustion

Les déchets issus des procédés de combustion sont notamment les cendres lourdes, les déchets FGT et les gâteaux de filtration. Le Tableau 3.38 présente les caractéristiques physico-chimiques de tels déchets provenant d'incinérateurs de déchets solides municipaux.

Propriétés	Composés	Valeurs
pH		11 – 12,5 – 13
Teneur en sels solubles	Cl, sulfates	Jusqu'à 70 % (conductivité 15 000 – 27 000 – 37 000 $\mu\text{S/cm}$ )
Métaux lourds	Pb, Zn, Cd, Cr	Jusqu'à plusieurs %
Composés inertes	Silice, alumine, chaux	
Matières particulaires fines		< 100 $\mu\text{m}$
Densité		Faible (0,4 – 0,6)
Matières hygroscopiques	Sels, teneur excessive en chaux	
Test de lixiviation avant traitement	Eléments solubles Cr Cd Pb Zn As	10 – 80 % 1,5 – 8 ppm 1 – 500 ppm 1 – 1 400 ppm 1 – 10 000 ppm 1 – 50 000 ppm

Dans les plages indiquées, les nombres du milieu correspondent à des valeurs moyennes.

**Tableau 3.38 : Caractérisation des résidus provenant d'incinérateurs de déchets solides municipaux [51, Inertec et al., 2002]**

Les composants généraux des scories/cendres lourdes provenant de l'incinération des ordures ménagères sont les silicates, la terre alcaline, le chlorure, les sulfates, les métaux non ferreux (par ex. As, Cd, Cu, Pb), les métaux ferreux et les métaux lourds. Les principaux composants sont la fraction minérale, la fraction non incinérée et les déchets métalliques.

Catégories	Pourcentage en poids
Fraction minérale	85 – 90
Fraction non incinérée	1 -5
Déchets métalliques	7 -10

**Tableau 3.39 : Principaux composants des scories/cendres lourdes [89, Allemagne, 2003]**

Valeurs en % en poids	Scories/cendres lourdes (fraîches)			Scories/cendres lourdes après stockage (temps de vieillissement : 3 mois)		
	Min.	Moyen	Max.	Min.	Moyen	Max.
SiO <sub>2</sub>	42,91	49,2	64,84	39,66	49,2	60,39
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,74	12	13,71	8,41	12,7	17,81
CaO	10,45	15,3	21,77	10,42	15,1	23,27
K <sub>2</sub> O	0,83	1,05	1,36	0,84	0,91	1,42
TiO <sub>2</sub>	0,65	1,03	1,33	0,65	0,88	1,12
MnO	0,06	0,14	0,22	0,1	0,17	0,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,58	8,5	10,79	7,43	8,83	10,45
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,55	0,91	1,49	0,5	1,04	2,61
MgO	1,79	2,69	3,4	1,84	2,59	3,51
Na <sub>2</sub> O	1,86	4,3	5,81	2,05	4,15	7,49
Carbonates	2,56	5,91	10,96	5,59	5,83	7,62
Sulfates	2,5	15,3	28,3	5,8	12,5	22,5
Cl	1,3	3,01	7	1,5	2,71	4,6
Cr (ppm)	174	648	1 035	295	655	1,617
Ni (ppm)	55	215	316	90	165	260,2
Cu (ppm)	935	2 151	6 240	1 245	2 510	5 823
Zn (ppm)	1 200	2 383	4 001	1 795	3 132	5 255
Pb (ppm)	497	1 655	3 245	1 108	2 245	3 900

**Tableau 3.40 : Composition chimique des cendres lourdes d'après les données d'une usine d'incinération des ordures ménagères**  
[150, TWG, 2004]

Les Tableaux 3.41 et 3.42 ci-après présentent certaines valeurs générales des constituants caractérisant les cendres lourdes résultant de l'incinération, avec des données provenant de deux usines de traitement différentes.

Valeurs	Pb	Cr	Cu	Cd	As	Zn	Hg	Ni
Minimum	0,6	0,1	0,2	0,0001	0,003	0,5	0,07	
Moyenne	1,6	0,5	2,2	0,021	0,012	4,8	0,7	
Maximum	5,2 – 6	2 – 9,6	7	0,02 – 0,08	0,022	10 – 21	2	0,5

Valeurs en g/kg des cendres lourdes

**Tableau 3.41 : Valeurs générales des cendres lourdes résultant de l'incinération des ordures ménagères**  
[89, Allemagne, 2003]

Métaux	Cendres lourdes (scories) (ppm)	Cendres lourdes <sup>1</sup> (scories) (ppm)	Cendres volantes et résidus des procédés par voie sèche et semi-sèche	Mélange de cendres volantes et de boues provenant d'un procédé d'épuration par voie humide (ppm) <sup>1</sup>
Cd	0,3 – 70,5	0,01 – 0,1	1 – 10	< 0,001
Cr	23 – 3 170	0,001 – 0,01	1 – 10	0,01 – 0,1
Hg	0,02 – 7,75	0,001 – 0,01	< 0,001	< 0,001
Pb	98 – 13 700	1 – 10	10 000 – 100 000	0,001 – 0,01

<sup>1</sup> Les valeurs correspondent à des plages de concentration dans les lixiviats de départ.  
Certaines informations complémentaires sur les incinérateurs sont disponibles dans le BREF sur l'incinération des déchets.

**Tableau 3.42 : Métaux présents dans les cendres lourdes et les cendres volantes émanant des incinérateurs de déchets solides municipaux**  
[113, COWI A/S, 2002], [150, TWG, 2004]

Pendant la combustion du charbon, deux types de cendres sont générés. Les cendres volantes classiques se composent principalement d'éléments non combustibles et de matières particulaires non brûlées, et contiennent en moyenne, 50 % de silice, de 25 à 30 % d'alumine, 8 % d'oxydes de fer (contenant du Ca, K, Mg, Na, Ti et des éléments traces de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Se, Zn). Le second type de cendres volantes est composé de cendres silico-calcaires qui sont générées par les techniques de réduction des émissions de particules et par les techniques de réduction des oxydes de soufre. Ces cendres sont riches en sulfate de calcium. Des informations complémentaires sont disponibles dans le BREF sur les grandes installations de combustion.

Les cendres provenant des mazouts lourds contiennent généralement du soufre, du vanadium et du nickel. Elles se caractérisent également par des pourcentages élevés de carbone non brûlé, en règle générale 60 % mais pouvant atteindre 80 %. Des informations complémentaires sont disponibles dans le BREF sur les grandes installations de combustion.

#### Amiante

Le Tableau 3.43 ci-après présente les plages relevées dans la composition des différents types d'amiante.

Valeurs en %	Amiante friable	Amiante-ciment
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16 – 1,57	1,08 – 2,60
CaO	2,86 – 3,89	7,53 – 36,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,43 – 8,17	0,55 – 11,85
FeO	0,00	0,00

<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,02 – 0,26	0,39 – 0,43
<b>MgO</b>	69,00 – 78,49	1,22 – 56,13
<b>MnO</b>	0,04 – 0,18	0,01 – 0,2
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,41 – 0,73	0,01 – 0,14
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,16 – 0,22	0,02 – 0,20
<b>SiO<sub>2</sub></b>	12,04 – 16,10	20,87 – 60,01
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,02 – 0,06	0,09 – 0,23
Perte au feu <sup>1</sup>	48,47 – 51,53	17,96 – 44,35
<sup>1</sup> Indicateur de la teneur organique de l'échantillon		

**Tableau 3.43 : Composition de l'amiante**  
[94, USA DoE, 2002]

#### Séchage à température élevée

L'installation de séchage réalise le pré-traitement des déchets aqueux semblables à des pâtes tels que les boues d'hydroxydes métalliques ou les boues de peinture et de laque coagulées.

#### Séchage par distillation thermique

Les déchets dangereux semblables à des solides/pâtes, qui contiennent des quantités considérables de fluides libres ou liés, sont traités avec pour objectif de récupérer les solvants, de générer des produits solides définis ou d'être séchés dans l'installation.

Il est également possible en outre de traiter les tubes des répartiteurs de charges d'énergie thermique à évaporation ou des bombes aérosol. Les répartiteurs de charges d'énergie thermique à évaporation s'utilisent pour mesurer la consommation d'énergie thermique. Ils se composent essentiellement d'un tube en verre et de benzoate de méthyle comme milieu d'évaporation. Le résidu de séchage (culot) des tubes peut être fondu dans les aciéries correspondantes ou utilisées dans la construction des routes. Le condensat du procédé de séchage peut être recyclé : en d'autres termes, il est réemployé pour la production des tubes des répartiteurs de charges d'énergie thermique à évaporation.

### **Déchets ENTRANTS dans le traitement des déchets spécifiques**

#### Hydrogénation des POP

Selon le Département de l'Energie des Etats-Unis (US DOE), ce système peut traiter la plupart des types de déchets y compris les lixiviats de décharge, les fonds de bassins, les sols, les boues, les liquides et les gaz. Toutefois, le Département de l'Energie des Etats-Unis (US DOE) a appelé l'attention sur la nécessité de surveiller les sous-produits des réactions ainsi que les produits de réduction intermédiaires dans les effluents gazeux émanant tant du procédé de réduction que de la chaudière. Le Département de l'Energie des Etats-Unis (US DOE) a également indiqué la nécessité de déterminer le sort réservé au mercure et autres substances inorganiques volatiles.

Ce procédé est non sélectif : en d'autres termes, les molécules organiques telles que les PCB, les HAP, les chlorophénols, les dioxines, les chlorobenzènes, les pesticides, les herbicides et les insecticides sont convertis quantitativement en méthane.

#### Oxydation à l'eau supercritique

Selon Environment Australia, cette technologie est limitée au traitement des déchets liquides ou dont la taille des particules est inférieure à 200 µm ; par ailleurs, elle est principalement applicable aux déchets ayant une teneur organique inférieure à 20 %.

L'oxydation à l'eau supercritique a été appliquée à un large éventail de matières, par exemple : flux de déchets aqueux, boues, sols contaminés, produits chimiques organiques industriels, matières plastiques, matières synthétiques, peintures et produits similaires, produits organiques industriels, produits chimiques agricoles, explosifs, produits du pétrole et du charbon et produits en caoutchouc et plastique. Elle est applicable au traitement d'un éventail de contaminants

incluant les eaux résiduaires contenant de l'acrylonitrile, les eaux résiduaires contenant du cyanure, les eaux résiduaires contenant des pesticides, les PCB, les produits aliphatiques halogénés et les produits aromatiques, les hydrocarbures aromatiques, la MEK et les composés azotés organiques.

### Technique à électrons solvatés

Le Tableau 3.44 ci-dessous présente les déchets ENTRANTS et les déchets SORTANTS du traitement des déchets chlorés par la technique à électrons solvatés.

Matières traitées	Produits	Options d'élimination
PCB concentrés	Biphényle, $\text{Ca(OH)}_2$ , $\text{CaCl}_2$	Mise en décharge sous forme de sels
PCB dans les sols	Biphényle, $\text{Ca(OH)}_2$ , $\text{CaCl}_2$ , sol propre	Remise en place du sol
PCB sur les surfaces	Biphényle, $\text{Ca(OH)}_2$ , $\text{CaCl}_2$	Collecte des sels et mise en décharge
Mélanges PCB/huile	Biphényle, $\text{Ca(OH)}_2$ , $\text{CaCl}_2$ , huile	Réemploi de l'huile. Mise en décharge des sels
HCB concentré	Benzène, $\text{NaCl}$ , $\text{NaOH}$	Séparation du benzène et mise en décharge des sels
HCB dans les sols	Benzène, $\text{NaCl}$ , $\text{NaOH}$ , sol propre	Séparation du benzène et remise en place du sol avec le sel

**Tableau 3.44 : Produits et options d'élimination avec la technique à électrons solvatés**  
[100, UNEP, 2000]

### 3.3.2 Consommation des traitements physico-chimiques

#### Eaux résiduaires

Certains traitements physico-chimiques imposent de faire appel à des bases. Dans certains cas, ces bases sont ensuite renvoyées dans des applications de traitement de déchets à des fins de neutralisation. L'agent de neutralisation utilisé peut être un flux de déchets solides ou liquides ou un alcalin du commerce, car la plupart des installations doivent acheter et introduire des alcalins supplémentaires. Les acides aqueux contenant des métaux, les déchets alcalins et neutres sont des adjonctions courantes et les installations Ph-c sont généralement conçues pour produire une boue contenant du métal légèrement alcalin. Le Tableau 3.45 présente les consommations de certains traitements physico-chimiques de l'eau contaminée.

Paramètre	Consommation annuelle (t/an)*	Consommation spécifique (kg/tonne de déchets traités) *	Consommation annuelle en filière minérale (t/an)	Consommation annuelle en filière organique (t/an)	Consommation annuelle du traitement des eaux usées (t/an)	Consommation annuelle d'une installation de traitement des laques (t/an)	Consommation annuelle du traitement chimique des produits de laboratoire (t/an)
Débit moyen	45 000		20 000	66 000	30 000	Laque : 15 000 Solvant : 15 000	1 000
Consommation moyenne des acides	230 <sup>1</sup>	5,1	HCl : 69 Sulfurique : 48	HCl : 8 Phosphorique : 8	HCl : 39,4		0,5
Chaux	590 <sup>1</sup>	13,1	1 023		50		10
Agents de floculation	290	6,4		8	16		
Autres produits chimiques <sup>2</sup>		0,4 – 3,0					
Sulfite de sodium			10,2		2		
Consommation d'eau			759	9 900	1 788	2 700	
Consommation d'énergie				275 kW	369 MWh	Mazout : 1 139 m <sup>3</sup> Electricité : 189 MWh	
Eaux usées			11 573	48 348	12 687		250
Peroxyde d'hydrogène			6,2				0,1
Hypochlorite de sodium			4,9				
Solution de chlorure de fer				118			
Oxyde de fer					65,8		
Hydroxyde de sodium				110			1
Charbon actif				6			
Permanganate de potassium					0,4		
Additifs de fractionnement					25		

Acide amidosulfonique					n.a.		
<p>* Remarques : Données établies à partir des données des opérateurs d'usine Ph-c avec une capacité totale de 850 kt/an, pour 2001. L'âge moyen des usines est de 17 ans (allant de à 39 ans). Approximativement 84 % (de 73 à 91 %) de toutes les usines de traitement physico-chimiques pour le traitement des déchets acceptés observés ici relèvent des groupes du catalogue CEL (EWL) 11, 12, 13, 16 et 19.</p> <p><sup>1</sup> Ces valeurs ne comprennent pas les acides ou alcalins acceptés et utilisés.</p> <p><sup>2</sup> Détoxification des produits chimiques, cassage organique des émulsions, sorption, précipitation sulfurique.</p>							

**Tableau 3.45 : Consommations du traitement physico-chimique des eaux résiduaires**  
[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [135, UBA, 2003]



La quantité totale utilisée est d'approximativement 0,4 m<sup>3</sup> de produits chimiques préparés par m<sup>3</sup> d'eau usée. Le Tableau 3.46 présente les produits chimiques consommés et certains de leurs niveaux de consommation pour la détoxification, la neutralisation et la déshydratation en vue de l'élimination des métaux.

Produit chimique	Consommation
Chaux ou hydroxyde de sodium pour la neutralisation/précipitation	(NaOH 50 %) 120 l/m <sup>3</sup> eaux résiduaires
Acide sulfurique ou acide chlorhydrique pour l'acidification	(HCl 30 %) 10 l/m <sup>3</sup> eaux résiduaires
Hypochlorite (oxydation cyanure)	
Sulfate de fer (II) ou bisulfite de sodium (réduction du Cr <sup>6+</sup> en Cr <sup>3+</sup> )	
Sulfate d'aluminium ou chlorure (floculation)	
Chlorure de fer (III) (floculation)	
Sulfure de sodium (précipitation)	0,3 kg/m <sup>3</sup> eaux usées
Matières pour l'amélioration de la précipitation, de la floculation, de la coagulation et de la destruction du complexe	

**Tableau 3.46 : Produits chimiques consommés et quelques niveaux de consommation pour la détoxification, la neutralisation et la déshydratation en vue de l'élimination des métaux contenus dans les eaux usées**  
[156, VROM, 2004]

#### Précipitation/floculation

Les matières inorganiques ci-après sont utilisées de manière prédominante pour la précipitation/floculation :

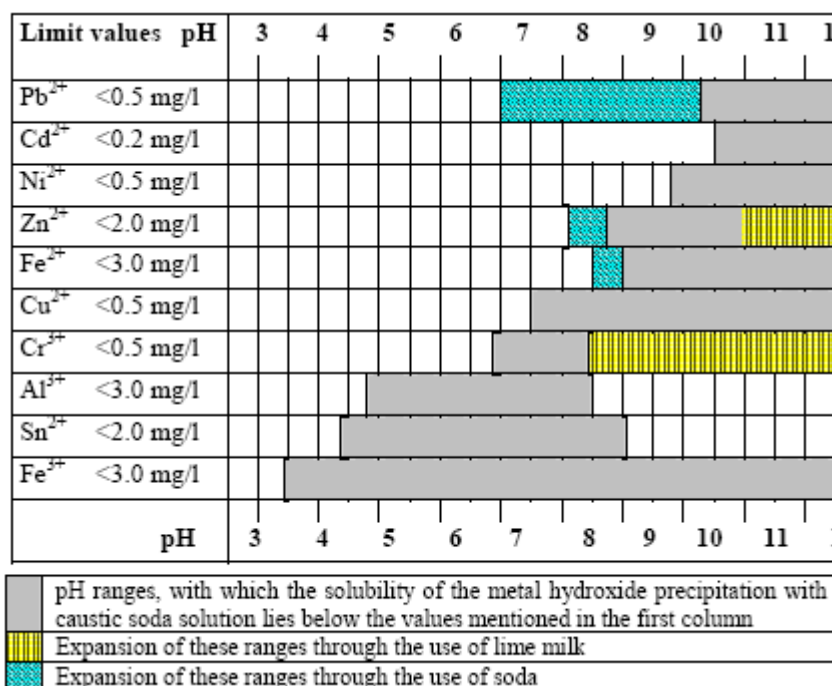
- soude caustique
- carbonate de sodium (carbonate de soude)
- chaux
- chlorure de fer (III)
- chlorure de fer (II)
- sulfate d'aluminium
- sulfures.

Les matières de floculation synthétiques permettent aussi d'améliorer la formation des floes et les caractéristiques de sédimentation. Elles sont constituées principalement de polymères non ioniques, de polymères anioniques, de polymères cationiques et de co-polymères de composés ioniques et non ioniques.




La Figure 3.47 présente les produits chimiques utilisés pour la précipitation des métaux lourds dissous. Les informations présentées font référence à des produits chimiques purs. En pratique, on observe que les quantités réellement requises peuvent être de 10 à 20 % plus importantes. Le Tableau 3.48 présente les valeurs de précipitation pour les différents métaux.

Alcalins utilisés (g)	Métal à précipiter					
	Fe (II)	Fe (III)	Cu	Ni	Cr	Zn
CaO	100	150	88	96	162	86
Ca(OH) <sub>2</sub>	134	201	116	126	213	114
NaOH	144	216	126	136	231	122
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	190	285	168	181	307	162
MgO	73	110	63	69	117	62
Mg(OH) <sub>2</sub>	105	158	92	100	169	90

**Tableau 3.47 : Consommation théorique des alcalins pour 100 g de métal précipité**  
[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]



Valeurs limites plage de pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pb <sup>2+</sup> < 0,5 mg/l										
Cd <sup>2+</sup> < 0,2 mg/l										
Ni <sup>2+</sup> < 0,5 mg/l										
Zn <sup>2+</sup> < 2,0 mg/l										
Fe <sup>2+</sup> < 3,0 mg/l										
Cu <sup>2+</sup> < 0,5 mg/l										
Cr <sup>3+</sup> < 0,5 mg/l										
Al <sup>3+</sup> < 3,0 mg/l										
Sn <sup>2+</sup> < 2,0 mg/l										
Fe <sup>3+</sup> < 3,0 mg/l										
pH	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

	Plages de pH auxquelles la solubilité de la précipitation des hydroxydes métalliques avec une solution de soude caustique est inférieure aux valeurs indiquées dans la première colonne
	Elargissement de ces plages grâce à l'utilisation de lait de chaux
	Elargissement de ces plages grâce à l'utilisation de soude

**Tableau 3.48 : Plage des valeurs de précipitation pour divers métaux**  
 [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

Les boues issues de la précipitation doivent être éliminées si leur recyclage n'est pas possible. Une déshydratation est généralement nécessaire. Il est impératif de choisir des matières de précipitation/floculation qui conviennent à la procédure de déshydratation utilisée. Les boues formées à partir de matières contenant de l'aluminium affichent généralement des caractéristiques de déshydratation médiocres.

La précipitation/floculation est une réaction et/ou une combinaison de réactions qui dépend essentiellement de la valeur du pH. Dans cette mesure, le paramètre de référence le plus significatif est la valeur du pH. Etant donné que les eaux résiduaires produites par la précipitation/floculation sont déversées dans les systèmes d'égout, certains critères doivent être respectés. Afin de maintenir les valeurs prescrites, des étapes de traitement supplémentaires et des procédures de traitement des eaux résiduaires font suite aux opérations de floculation et de précipitation.

### Oxydation/réduction

Réaction d'oxydation réduction (redox)	Oxydant ou réducteur	pH	Observations
Oxydation des cyanure et nitrite	Hypochlorite de sodium (NaOCl) ou chlore gazeux (Cl <sub>2</sub> )	Pour CN : ~ 10 Pour NO <sub>2</sub> : ~ 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>réaction relativement rapide</li> <li>accumulation de sels relativement élevée dans les eaux résiduaire obtenues</li> <li>formation de matières organiques, sous forme d'AOX (Remarque : AOX = 1 mg/l est la valeur limite pour les eaux résiduaire déversées dans le réseau d'égouts)</li> </ul>
Oxydation des cyanures et nitrite	Peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Pour CN : ~ 10, catalyseur : sels de Fe (II) Pour NO <sub>2</sub> : ~ 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>réaction relativement lente</li> <li>accumulation de sels négligeable dans les eaux résiduaire</li> <li>aucune nouvelle formation de matières comme les AOX</li> <li>formation de boue, due au catalyseur (sels Fe II)</li> <li>formation de mousse (en particulier en présence de matières organiques)</li> </ul>
Oxydation du nitrite	Acide aminosulfonique (NH <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> H)	~ 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>réaction ralentie</li> <li>formation de sulfates</li> <li>formation d'azote élémentaire</li> </ul>
Réduction du chromate	Hydrogénosulfite de sodium (NaHSO <sub>3</sub> )	~ 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>réaction rapide</li> <li>Légère accumulation de sels dans les eaux résiduaire</li> <li>formation de boue</li> </ul>
Réduction du chromate	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	~ 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>réaction rapide</li> <li>légère accumulation de sel dans les eaux résiduaire</li> <li>légère formation de boue</li> </ul>
Réduction du chromate	Dithionite de sodium (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	Indépendamment du pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>réaction rapide</li> <li>entraîne l'accumulation de sel dans les eaux résiduaire</li> <li>formation de boue</li> </ul>
Réduction du chromate	Sulfate ou chlorure de fer (II) (FeSO <sub>4</sub> /FeCl <sub>2</sub> )	~ 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>réaction lente</li> <li>entraîne l'accumulation de sels dans les eaux résiduaire</li> <li>formation de boue</li> </ul>

**Tableau 3.49 : Consommation de produits chimiques dans les réactions d'oxydoréduction [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]**

### Sorption (adsorption/désorption)

Le Tableau 3.50 contient des informations sur les diverses adsorptivités. Il convient de noter le domaine d'utilisation très étendu du charbon actif qui de ce fait, est particulièrement bien adapté à l'adsorption des matières. Toutefois, il faut ensuite avoir la certitude que les matières à adsorber (c'est-à-dire à séparer) atteignent également la surface interne du charbon actif. Le rôle du réacteur et de la technologie de l'installation ont donc pour mission essentielle de faire en sorte qu'il existe un contact intensif entre les matières et l'adsorbant à séparer. Dans le traitement des mélanges de matières, l'effet et/ou l'efficacité des adsorbants est déterminé, en règle générale, par expérience.

Type	Caractéristiques			
	Surface spécifique (m <sup>2</sup> /g)	Volumes des micropores (ml/g)	Volumes des macropores (ml/g)	Poids apparent
Charbon en grains pour la purification de l'eau	500 – 800	0,3 – 0,6	0,3 – 0,4	300 – 500
Charbon en poudre pour la décoloration	700 – 1 400	0,45 – 1,2	0,5 – 1,9	250 – 500
Gel de silice à pores fins	600 – 850	0,35 – 0,45	< 0,1	700 – 800
Gel de silice à grands pores	250 – 350	0,3 – 0,45	0,05 – 0,1	400 – 800
Alumine activée	300 – 350	0,4	Approx. 0,1	700 – 800
Résine adsorbante	400 – 500			650 – 700

**Tableau 3.50 : Données physiques des adsorbants**  
[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

### Echangeurs d'ions

Echangeurs d'ions	Stabilité		Substance de régénération
	pH	°C	g/l résine
Acide faible, échangeur de cations, forme ionique : H <sup>+</sup> , PF <sup>+</sup>	1 – 14	75 – 120	HCl : 70 – 140 ou H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Acide fort, échangeur de cations, forme ionique : H <sup>+</sup>	1 – 14	~ 120	HCl : ~ 80
Base faible, échangeurs d'anions, forme ionique : OH <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup>	1 – 14	70 – 100	NaOH : ~ 60
Base forte, échangeurs d'anions, forme ionique : OH <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup>	1 – 12	35 – 70	NaOH : ~ 80

**Tableau 3.51 : Vue d'ensemble des types d'échangeurs et de leurs propriétés**  
[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

### Déchets marins aqueux

Un apport de chaleur est nécessaire pour le chauffage des réservoirs et des canalisations afin de les maintenir hors gel, pour la préparation des produits chimiques, pour améliorer les procédés de séparation et pour d'autres procédés. La quantité d'énergie consommée dépend des conditions climatiques. L'électricité est nécessaire pour les pompes, les compresseurs et d'autres installations. Il existe d'autres différences en matière de consommation énergétique, imputables par exemple à une différence de capacité de stockage ou à l'application d'une évaporation.

La consommation d'énergie globale pour la production de chaleur s'échelonne de 140 à 490 MJ/m<sup>3</sup> d'eau usée. La consommation globale d'électricité s'échelonne de 65 à 170 MJ/m<sup>3</sup> d'eau usée. Les données relatives à l'énergie comprennent d'autres activités telles que le nettoyage des cuves, ce qui signifie qu'elles surestiment la consommation d'énergie nécessaire au traitement physico-chimique et biologique.

Plusieurs étapes du traitement font appel à des produits chimiques, notamment à des alcalins, des acides, des agents de floculation et de coagulation, du charbon actif et de l'oxygène. L'utilisation des acides et des alcalins usagés réduit la consommation de produits chimiques

primaires. Le Tableau 3.52 présente quelques données sur la consommation des produits chimiques.

Produits chimiques	Consommation (kg/m <sup>3</sup> d'eau usée)	Commentaires
Alcalins	2 – 3	
Acides	0 – 1	En fonction de l'utilisation des acides usagés
Agents de floculation/coagulation	1 – 7	
Oxygène	5	En fonction de l'utilisation d'air ou d'oxygène
Charbon actif	0,04	

**Tableau 3.52 : Données sur la consommation des produits chimiques du traitement des déchets marins aqueux et des déchets similaires**  
[156, VROM, 2004]

La centrifugation et la préparation des produits chimiques nécessitent de l'eau. L'utilisation d'effluents provenant du traitement biologique réduit la consommation d'eau.

### Déchets solides et boues

Le Tableau 3.53 et le Tableau 3.54 présentent les valeurs de consommation d'usines mettant en œuvre des procédés de lavage des sols.

Consommation	Utilisation	Valeur
Electrique	Pompes et unités d'attrition	15 à 25 kWh par tonne de sol traité
Chimique	En fonction de la pollution traitée. Certains produits chimiques (tels que les agents de floculation) sont utilisés habituellement dans toutes les stations.	3 à 5 kg par tonne de boue sèche
Eau	Principalement due à la perte d'eau avec le gâteau de filtration résiduelle	0,1 à 0,3 tonne par tonne de sol traité

**Tableau 3.53 : Consommations des procédés de lavage des sols**  
[123, Perseo, 2003]

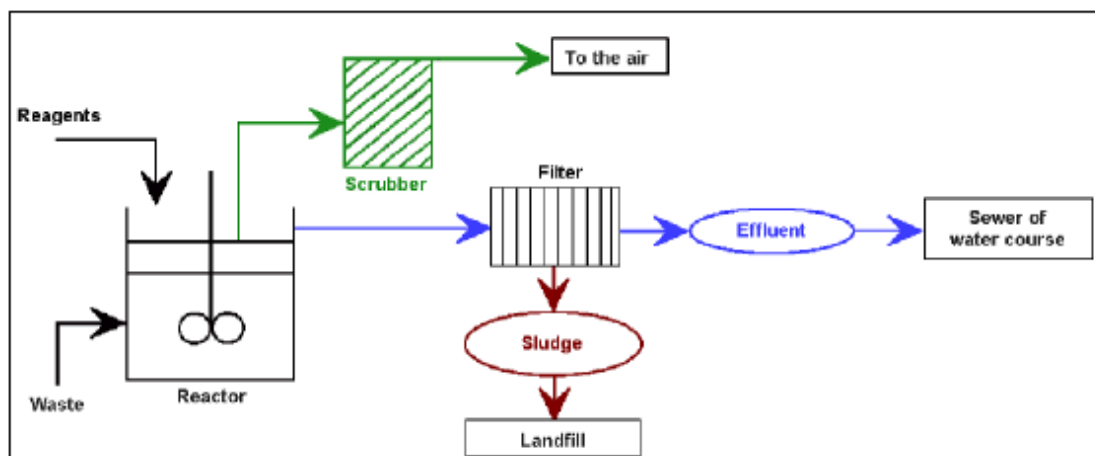
Capacité	t/an	68 000
Consommation de combustible	MJ/an	0
Consommation d'électricité	MWh/an	900
Capacité électricité/station	kWh/t	13 235
Consommation de chaleur	MWh/an	0
Refroidissement	MJ/an	0
Produits chimiques	Hydroxyde de sodium Produits antimousse Polyélectrolyte	

**Tableau 3.54 : Consommations d'une installation traitant les sols contaminés par lavage**  
[66, TWG, 2003]

### 3.3.3 Emissions émanant des traitements physico-chimiques

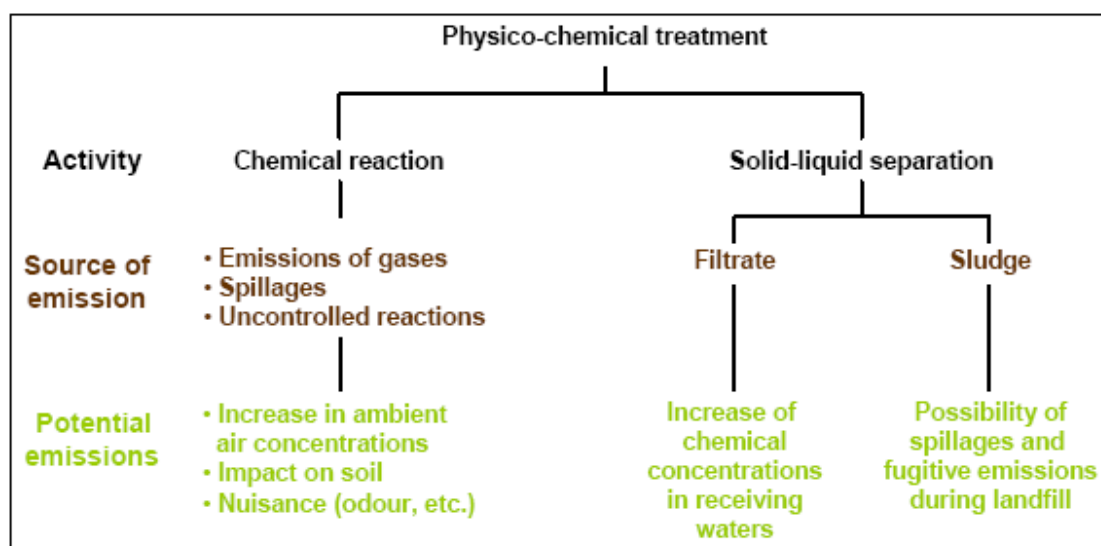
#### 3.3.3.1 Emissions émanant des traitements physico-chimiques des eaux résiduaires

Le traitement physico-chimique des eaux résiduaires génère un flux d'eau décontaminée qui correspond au dénommé flux de déchets SORTANTS du traitement. La Section 3.3.4 présente une analyse de ce flux. Les Figures 3.3 et 3.4 ci-après représentent des schémas de principe du traitement physico-chimique des eaux usées aboutissant à des émissions.



Reagents	Réactifs
Waste	Déchets
Reactor	Réacteur
Scrubber	Epurateur-laveur
To the air	Vers l'air
Filter	Filtre
Sludge	Boue
Landfill	Décharge
Effluent	Effluent
Sewer of water course	Egout ou cours d'eau

Figure 3.3 : Principaux flux d'émissions émanant des traitements physico-chimiques des eaux résiduaires  
[80, Petts et Eduljee, 1994]



Physico-chemical treatment	Traitement physico-chimique
Activity	Activité
Source of emission	Source d'émissions
Potential emissions	Emissions potentielles
Chemical reaction	Réaction chimique
<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissions of gases</li> <li>Spillages</li> <li>Uncontrolled reactions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emissions de gaz</li> <li>Ecoulements accidentels</li> <li>Réactions non contrôlées</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Increase in ambient air concentrations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation des concentrations dans l'air ambiant</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact on soil</li> <li>• Nuisance (odour, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact sur le sol</li> <li>• Nuisance (odeur, etc.)</li> </ul>
Solid-liquid separation	Séparation solide-liquide
Filtrate	Filtrat
Increase of chemical concentrations in receiving waters	Augmentation des concentrations de produits chimiques dans les eaux réceptrices
Sludge	Boue
Possibility of spillages and fugitive emissions during landfill	Possibilité d'écoulements accidentels et d'émissions fugitives pendant la mise en décharge

**Figure 3.4 : Flux potentiels d'émissions émanant des traitements physico-chimiques**

**Remarque :** certaines de ces émissions n'apparaissent que dans des traitements physico-chimiques incorrectement mis en œuvre

[80, Petts et Eduljee, 1994], [150, TWG, 2004]

### Emissions atmosphériques

Certains composés organiques peuvent circuler dans l'installation sans être éliminés et finir dans la boue ou dans l'effluent final, tandis que d'autres peuvent s'évaporer au cours des réactions exothermiques de neutralisation ou pendant le pressage des boues. Certains déchets organiques contiennent des espèces « cachées ». Par exemple, les huiles de lubrification contiennent du naphtalène, des BTEX, des phénols, du cuivre et de l'azote et peuvent conduire à des émissions atmosphériques d'ammoniac et de xylène pendant la séparation de l'huile d'avec l'eau ou à une augmentation des niveaux dans l'effluent final du site. L'émission éventuelle de déchets aqueux contenant des solvants est due à la chaleur du procédé. Les déchets à forte teneur en azote sont une source d'émission potentielle d'ammoniac dans l'air.

Certaines matières traversent la station (car elles ne sont pas capturées par les procédés physico-chimiques), notamment le COT/DCO, le dichlorométhane, le phénol, les BTEX et le naphtalène associés aux eaux résiduaires provenant du pré-traitement des huiles et le COT, le dichlorométhane, le phénol, le BTEX et le naphtalène associés aux déchets provenant du pré-traitement des huiles.

Les émissions atmosphériques émanant de stations d'épuration individuelles dépendent du système de réduction des émissions utilisé. Très peu d'installations ont mis en place des programmes de surveillance capables de quantifier leurs émissions atmosphériques. Ces dernières sont généralement les COV, les gaz acides et l'ammoniac. Bien qu'elles soient difficiles à quantifier étant donné le manque de programme de surveillance, il est néanmoins possible de constater que le cas échéant l'utilisation de cuves de traitement fermées et de systèmes de collecte/de traitement de l'air permet de les réduire. Les questions telles que la présence de faibles concentrations de solvants organiques dans les déchets ne sont pas toujours appréhendées par les opérateurs du traitement des déchets, mais elles peuvent néanmoins avoir de l'importance eu égard à l'environnement car elles sont susceptibles de conduire à des émissions atmosphériques significatives au cours du procédé.

Les émissions dans l'air peuvent être associées à des changements rapides de pH, à des élévations rapides de la température et à une agitation vigoureuse. Les traitements conduisent parfois aussi à des produits de réaction gazeux. La plupart des installations vont libérer des COV qui s'expliquent à la fois par le chauffage, l'agitation et le pressage ou le séchage des boues. Il existe également toujours la possibilité pour que soient également rejetés des produits de réaction intermédiaires. Les émissions de métaux dans l'air peuvent être évaluées à partir des résultats d'analyse. L'évaporation est parfois aussi incontrôlée, comme l'évaporation des solvants résultant du mélange de solides et de liquides ou de l'agitation des boues dans des réservoirs ouverts.

Des émissions de composés organiques sont susceptibles d'apparaître lors du traitement de flux de déchets mixtes (par exemple pour la neutralisation des acides, les solvants passent dans la phase vapeur dont la pollution ne peut être réduite avec un épurateur-laveur par voie humide servant à réduire les émissions acides) ou sont présentes parce que leur récupération n'est viable



ni techniquement ni économiquement (c'est-à-dire dans la mesure où les contaminants associés aux déchets qui sont difficiles à traiter, sont traités par d'autres procédés).

Paramètres des émissions dans l'air	Valeurs moyennes des émissions annuelles mesurées (mg/Nm <sup>3</sup> )	Débit massique (g/h)
Débit de l'air d'échappement	325 Nm <sup>3</sup> /t	
COT <sup>1</sup>	2,84-36	500 (534 kg/an)
Poussières	0,21	40,3 kg/an
BTX	4,9	
Benzène		2,5
HCN	< 0,05-0,12	0,043-15
H <sub>2</sub> S	0,31	15
Cl <sub>2</sub>	< 0,03	15
SO <sub>2</sub>	1,17	0,5
HCl	0,3	0,2
Hg	0,01	0,0034
Remarques : Données établies à partir des données des opérateurs d'usine Ph-c avec une capacité totale de 850 kt/an, pour 2001. L'âge moyen des usines est d'environ 17 ans (allant de 4 à 39 ans). Environ 84 % (de 73 à 91 %) de l'ensemble des usines Ph-c pour le traitement des déchets acceptés, mentionnés ici, relèvent des groupes CEL (EWL) 11, 12, 13, 16 et 19. En règle générale, les émissions de l'air d'échappement sont mesurées de manière intermittente. Les mesures sont essentiellement réalisées pour surveiller les procédés, là où une contamination de l'air d'échappement est prévisible dans l'opération projetée, notamment pour l'évaporation ou pour l'oxydation du cyanure. <sup>1</sup> Valeurs en mg de carbone		

**Tableau 3.55 : Emissions atmosphériques émanant du traitement physico-chimique des eaux résiduaires**  
[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [135, UBA, 2003], [157, UBA, 2004]

Les émissions de COV provenant des traitements de déchets marins aqueux s'échelonnent de 0,4 à 0,6 kg/m<sup>3</sup> d'eau résiduaire en l'absence de tout traitement des gaz d'échappement. Le traitement biologique génère des émanations d'odeur. L'une des usines des exemples fait état d'un niveau d'émission moyen de 540 millions ouE/h.

#### Emissions dans l'eau (pour des informations complémentaires, voir Section 3.3.4)

En règle générale, les résidus aqueux (le cas échéant) sont envoyés dans les égouts. Les déchets provenant de l'industrie chimique, les déchets à forte teneur en azote (parfois les lixiviats des décharges) et la valorisation/ le re-raffinage des huiles peuvent introduire des espèces supplémentaires et doivent donc être pris en compte plus attentivement. Les déchets à forte teneur en azote augmentent le risque de rejet d'oxyde nitreux. Les métaux, l'ammoniac et les produits chimiques organiques sont généralement présents dans les flux d'eaux.

Dans tous les cas, les autorisations de déversement des effluents d'origine industrielle ou commerciale imposent une protection des stations d'épuration des eaux résiduaires contre les déversements de l'usine, cette protection étant centrée sur la DCO, le pH, la teneur en huile, l'azote ammoniacal, la teneur en métaux, les sulfates et les sulfures ainsi que sur le dichlorométhane (le composé halogéné de nettoyage le plus courant et un contaminant potentiel des eaux de lavage et des intercepteurs). Le volume de déversement total doit, en principe, être connu.

Bien que les techniques de précipitation des métaux soient raisonnablement efficaces, un procédé physico-chimique type (en application d'une autorisation de déversement des effluents d'origine industrielle ou commerciale) peut déverser de 1 à 3 tonnes de métaux dans les égouts annuellement (la valeur réelle dépend de la taille de l'usine ainsi que de la quantité et du type de déchets. Par exemple si l'on considère les valeurs d'émission figurant dans le Tableau 3.69, et abstraction faite du Fe comme métal, un volume d'eau résiduaire de 500 000 m<sup>3</sup> est nécessaire pour atteindre certains des niveaux supérieurs de la plage). Ceci est associé aux matières particulières émanant du procédé, qui sont transportées dans les effluents et qui proviennent

d'un manque d'efficacité au niveau de l'étape de précipitation ou lors de la décantation des métaux précipités.

La plupart des sites ne disposent pas de données pour le chlore, l'azote total et le phosphore total contenus dans les effluents rejetés dans les égouts. Des calculs approximatifs montrent que pour les sites où des données sont disponibles, les émissions sont faibles, sauf si le site est spécialisé dans le traitement de l'acide phosphorique ou traite des flux à teneur élevée en azote. La plupart des sites ont pour obligation d'analyser l'azote ammoniacal et peuvent, par conséquent fournir une valeur d'émission minimum.

Le procédé mettant en jeu un mélange d'eaux résiduelles et de matières organiques (par exemple mélange d'huile minérale, d'huile synthétique, de kérosène, de déchets d'intercepteurs, d'hydrocarbures aliphatiques, d'hydrocarbures aromatiques, d'alcool, de solvants chlorés, d'esters, d'éthers, d'aldéhydes, des cétones, de matières grasses, des cires, des graisses) génère environ 836 kg d'eaux résiduelles par tonne de déchets ENTRANTS et 5,5 kg de boue d'épuration par tonne de déchets ENTRANTS.

Des émissions dans l'eau de sels, par exemple sulfates et chlorures, se produisent. Ces sels sont ajoutés comme réactifs et ne sont pas éliminés dans les procédés de précipitation, neutralisation et filtration. En conséquence, les effluents ont des concentrations élevées de ces composés.

#### Déchets solides et émissions dans le sol

Les boues d'épuration générées par les usines de traitement physico-chimique peuvent être pressées et dirigées vers un nouveau traitement, pressées et mélangées à d'autres boues d'épuration (généralement organiques) sur le site ou mélangées à des résidus provenant de l'épuration des fumées pour donner un produit solide (avec réaction exothermique). Presque tous les sites produisent des gâteaux/ boues qui sont ensuite couramment incinérés ou co-incinérés, ou dans quelques cas directement mis en décharge.

Les niveaux de métal contenus dans les déchets sont bien caractérisés mais la contamination organique ne l'est pas. N et P ne sont généralement pas quantifiés dans les déchets et sont présents dans la solution aqueuse.

Déchets générés par le procédé	Quantité spécifique (kg/tonne du total des déchets traités dans l'usine de traitement Ph-c)
Huile	30-90
Concentrats <sup>1</sup>	14-40
Boues d'hydroxydes <sup>2</sup>	60-90
Boues provenant des procédés de purification et de vidange	10-50
Remarques : Données établies à partir des données des opérateurs d'usine Ph-c avec une capacité totale de 850 kt/an, pour 2001. L'âge moyen des usines est d'environ 17 ans (allant de 4 à 39 ans). Environ 84 % (de 73 à 91 %) de l'ensemble des usines Ph-c pour le traitement des déchets acceptés, mentionnés ici, relèvent des groupes CEL (EWL) 11, 12, 13, 16 et 19. En règle générale, l'huile est recyclée et les substances restantes sont recyclées ou éliminées en fonction de leurs caractéristiques et des conditions du marché. <sup>1</sup> Concentrats provenant de l'évaporation/stripping et de la filtration sur membrane ainsi que l'ultra-filtration et des échangeurs d'ions. <sup>2</sup> Le poids concerne la boue humide, drainée, matière sèche totale (TS :~35-45 %)	

**Tableau 3.56 : Déchets du procédé des usines de traitement physico-chimique**  
**[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]**

Les déchets des traitements Ph-c proviennent principalement de la précipitation/floculation, des concentrats émanant de la filtration sur membrane, de l'évaporation ou de l'échange d'ions ; les déchets sont également produits dans les opérations de nettoyage et de drainage, les constructions et les conteneurs. La mesure dans laquelle il est possible d'utiliser les déchets est propre à chaque cas individuel. Par exemple, l'huile séparée est généralement recyclable, les concentrats de la filtration sur membrane, de l'évaporation ou de l'échange d'ions sont

recyclables dans certains cas, les boues résultant de la précipitation/floculation sont généralement éliminées, les déchets des opérations de nettoyage et de drainage sont généralement éliminés et l'élimination consiste habituellement en une immobilisation ou une incinération.

Le Tableau 3.57 ci-dessous présente la composition des boues générées dans le traitement physico-chimique des eaux résiduaires.

Composé	Valeur	Unité
pH	7-9	
COT	54,7	% en poids
Perte au feu	54,7	% en poids
Hydrocarbures	30 000	mg/kg
PCDD/F	< 0,1	ng-TE/kg
PCB ( $\Sigma$ 6)	< 0,12	mg/kg
EOX	10	mg/kg
CN total	< 0,1	mg/kg
As	0,2	mg/kg
Cd	2,7	mg/kg
Cr total	887	mg/kg
Cu	349	mg/kg
Hg	0,2	mg/kg
Ni	210	mg/kg
Pb	211	mg/kg
Tl	14	mg/kg
Zn	1 970	mg/kg

**Tableau 3.57 : Boues générées dans le traitement physico-chimique des eaux résiduaires [151, UBA, 2004]**

La quantité de boue contenant du métal (gâteau de filtration) produite dépend des contaminants spécifiques contenus dans les eaux résiduaires, de leur concentration ainsi que des réactifs et autres produits chimiques utilisés. La quantité de boue varie de 2,5 à 10 % des eaux résiduaires en entrée. En remplaçant la chaux par de l'hydroxyde de sodium, la quantité de gâteau de filtration est réduite. Toutefois, la chaux est nécessaire pour la spécification des fluorures.

Le gâteau de filtration avec des concentrations élevées de métaux, par exemple du nickel et du cuivre, peut être utilisé comme matière première dans l'industrie métallurgique. Dans d'autres cas, le gâteau de filtration est éliminé en tant que déchet solide.

### Résidus solides des déchets marins aqueux

Les résidus solides générés sont :

- résidus solides des décanteurs/centrifugeurs et filtres (50 kg/t d'eaux résiduaires)
- huile séparée et fractions chimiques (possibilité de réemploi comme combustibles).

### **Emissions émanant des activités physico-chimiques particulières**

La plupart des usines de traitement sont réputées générer les émissions énumérées dans le Tableau 3.58 ci-dessous. Le niveau des émissions dépend du volume traité et des systèmes de réduction des émissions mis en place.

Activité physico-chimique	Air	Eau	Résidus/sol
Addition de carbonate de sodium solide ou addition d'acide sulfurique pour former du sulfate de nickel ou de chrome	Emissions de CO <sub>2</sub> , plus d'autres gaz acides (par ex. SO <sub>x</sub> ) en fonction des solutions de départ	La fraction liquide est renvoyée dans la partie traitement et assemblage de l'installation. Il s'agit d'une fraction marginale des principaux déchets ENTRANTS.	Après précipitation, on laisse le produit refroidir et se cristalliser avant de le mettre en sac et de l'envoyer en recyclage.
Oxydation des cyanures		HOCl	
Traitement des lampes/tubes fluorescents	Hg et SO <sub>x</sub>	Déversement d'une solution pauvre en hydroxyde de sodium	
Précipitation des métaux		Zn, Cu, Cd	
Systèmes de récupération de l'argent	Emissions d'ammoniac non quantifiées et peut-être de SO <sub>x</sub> , émanant des produits chimiques de l'industrie photographique dus à la teneur élevée en azote et en soufre des solutions. En outre, il peut y avoir, il y a des émissions de COV supplémentaires dues aux procédés de regroupement et de transfert.		Présence possible de niveaux d'azote élevés dans les déchets
Traitement des déchets d'imprimerie et de l'industrie photographique	Ammoniac, COV et probablement SO <sub>x</sub> .	Solides en suspension, azote (principalement nitrate) et DCO	En règle générale, les déchets ont une teneur élevée en azote.
Utilisation d'agent caustique brut		Hg	
<i>Opérations unitaires</i>			
Stripping à l'air	Ammoniac et COV incluant des solvants organiques (par exemple DCM)		
Flottation à air dissous (DAF)			En règle générale les boues prélevées dans le fond des bassins de décantation ont une siccité (teneur en matières solides) pouvant atteindre 4 %.
Evaporation	Se déroule en principe dans des systèmes totalement fermés mais les diverses vannes de purge peuvent entraîner des émissions fugitives.		
Filtration/pressage Il s'agit d'un domaine donnant communément lieu à des émissions dans les installations chimiques	Ammoniac et, si la teneur organique des flux de déchets est élevée, COV		
Echangeur d'ions		L'éluat d'un échangeur d'ions doit faire l'objet	

Activité physico-chimique	Air	Eau	Résidus/sol
		d'un traitement supplémentaire dans l'installation en fonction de sa composition/ concentration.	
Réservoirs de mélange	Production éventuelle d'une gamme d'émissions, résultant en partie des réactions chimiques, et en partie des effets thermiques qui réduisent la solubilité des gaz dans l'eau. L'ammoniac est le gaz mentionné le plus couramment comme constituant un problème à ce stade du procédé.		
Neutralisation	La neutralisation peut être une réaction exothermique violente avec une modification rapide du pH. Les acides acidiques tels que le CO <sub>2</sub> , HCl, Cl <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> et SO <sub>x</sub> , ainsi que l'ammoniac émanent de la cuve du réacteur, conjointement à toutes les matières volatiles contaminantes, telles que les solvants de nettoyage contenus dans les eaux de lavage. Les gaz peuvent transporter des « liqueurs » et des matières particulaires.	Les composants types sont le chlorure, le phosphore, l'azote et les métaux.	Les composants types sont le chlorure, le phosphore, l'azote et les métaux.
Fractionnement organique des émulsions			En règle générale, les quantités de boue (gâteaux de filtration) produites sont plus petites avec le fractionnement organique qu'avec le fractionnement à l'acide.
Oxydation/réduction		La salination des eaux résiduelles dépend du procédé.	
Décantation (Sédimentation)	Emissions dans l'air possibles mais peu probables		Les boues prélevées dans le fond des bassins de décantation ont une siccité de l'ordre de 0,5 à 1,0 %.
Gestion des boues (par ex. pressage ou stockage des boues)	COV sous forme d'émissions fugitives. Gaz émanant de la solution		
Extraction au solvant	Solvants sous forme d'émissions fugitives. Important potentiel d'émissions avec les rejets liés au transfert ou à une situation d'urgence.	Solvants	
Stripping	Les émissions sont		

Activité physico-chimique	Air	Eau	Résidu/sol
	emprisonnées dans les zones prévues à cet effet de l'usine Ph-c.		

**Tableau 3.58 : Emissions des procédés de traitement physico-chimique appliquées aux eaux résiduaires**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

### 3.3.3.2 Emissions du traitement physico-chimique des déchets solides et des boues

La plupart des usines de traitement sont réputées générer les émissions énumérées dans le Tableau 3.59 ci-dessous. Le niveau des émissions dépend du volume traité et des systèmes de réduction des émissions mis en place.

Activité physico-chimique	Air	Eau	Résidu/sol
Filtration/pressage	Ammoniac et, si la teneur organique des flux de déchets est élevée, COV		
Bâtiments pour mélange immobilisation	Emissions par les cheminées d'appel en toiture. Les émissions se produisent au cours du transfert depuis la fosse de mélange vers l'élimination hors site ; et par les portes d'accès, suite à des écoulements accidentels/fuites, pendant le chargement des cuves de réaction.		
Assemblage des boues	Matières particulaires et COV, en particulier en cas de réaction exothermique		
Gestion des boues (par ex. pressage ou stockage des boues)	COV sous forme d'émissions fugitives. Gaz émanant des solutions		
Solidification	Possibilité d'émission de matières particulaires à partir de cette opération		
Chargement automatique des déchets	COV, poussières, odeur au cours du transfert des déchets et réactifs		
Cuve de réaction	Emission émanant de la réaction de substances incompatibles. Réactions incontrôlables dues à une erreur de dosage des réactifs ou à la formation de points chauds par suite d'un mélange insuffisant.	Fuite provenant d'équipements mal entretenus ou endommagés	Fuite provenant d'équipements mal entretenus ou endommagés
Silo de réactifs	Poussières émanant du trop-plein des silos de réactifs. En outre, émissions de poussières fugitives au niveau des raccordements des silos et poussières provenant des stocks de réserve des réactifs entreposés à l'air libre		

**Tableau 3.59 : Emissions des procédés de traitement physico-chimique appliqués aux solides et aux boues**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2000]

Les émissions fugitives des opérations de manutention des matières pour les procédés ex-situ sont souvent négligées ou ignorées, mais elles peuvent représenter une fraction significative des émissions totales émanant du traitement des sols.

### Emissions des activités d'excavation et d'enlèvement des sols

Les émissions de COV provenant des opérations de manutention lors de l'excavation et de l'enlèvement du sol proviennent de l'échange de gaz contenus dans les pores du sol chargés de contaminants avec l'atmosphère lorsque le sol est remanié, et d'une certaine diffusion des contaminants à travers le sol. Il existe plusieurs points d'émissions potentiels liés à une excavation, qui sont tous considérés comme des sources d'émissions fugitives. Pour l'excavation, les principaux points d'émission présentant un intérêt sont les émissions :

- des déchets exposés dans la fosse d'excavation
- du déversement des bennes piocheuses, et les émissions
- des déchets/ du sol sous forme de tas de stockage à court terme.

En outre, les engins de terrassement impliquent des sources supplémentaires d'émission de COV, des matières particulaires, d'oxydes d'azote, etc. On sait que la manutention du sol est susceptible de libérer de grandes quantités de COV : de ce fait, les COV sont, en règle générale, les émissions les plus préoccupantes. Les émissions de matières particulaires et de composés semi-volatils et métaux associés peuvent être préoccupantes sur certains sites donnés.

Etant donné la fréquence des opérations d'excavation des sols contaminés, il est surprenant que peu de données sur leurs émissions atmosphériques ou sur leurs taux d'émission aient été publiées.

Toutefois, on dispose des taux d'émission relevés sur deux sites, pour les opérations combinées d'excavation et de déversement par benne et les chiffres annoncés atteignent 4 g/min pour des composés spécifiques. Dans ce cas, la plupart des COV présents dans le sol ont été décapés pendant l'excavation, si l'on se réfère à la comparaison entre les émissions totales mesurées et la masse de ces mêmes contaminants dans le sol (calculée à partir des données de concentration dans le sol). Ceci s'est avéré vrai pour les deux sites, malgré des différences de types de sol et de concentrations de sol.

Activité	Volume des boues	Surface exposée (m <sup>2</sup> )	Taux d'émission hydrocarbures C8 <sup>+</sup> (g/s)	Flux d'émission C8 <sup>+</sup> (g/m <sup>2</sup> /s)
Perturbation des boues	25-27	45-125	1,33	0,01-0,03
Excavation des boues	26-48	125-261	7,76	0,03-0,06
Déshydratation des boues	1,7	3,3	1,24	0,38
Post-perturbation	26	91	1,11	0,01

**Tableau 3.60 : Résultats des mesures des émissions**  
Extrait de [30, Eklund et al., 1997]

L'ampleur des émissions de COV dépend d'un certain nombre de facteurs, y compris du type de composés présents dans les déchets, de la concentration et de la répartition des composés ainsi que de la porosité et de la teneur en humidité du sol. Les paramètres opérationnels clés sont la durée et la vivacité de la manutention, et la taille des équipements utilisés. Plus le déplacement et la manutention sont longs ou énergiques, plus il est vraisemblable que les composés organiques vont se volatiliser. Plus les volumes de matières traitées par chaque opération sont importants, plus le pourcentage de COV extraits du sol est faible, car le rapport surface/volume est minimisé.

Le sol contenant du benzène ou d'autres carcinogènes volatils est de nature à présenter un risque important pour les travailleurs intervenant sur le site et la population environnante, s'il doit être excavé.



L'ampleur des émissions émanant des opérations de manutention du sol varie avec les conditions opérationnelles. Le taux d'excavation et de déversement par benne, la hauteur de la chute, la quantité de surface exposée et la durée d'exposition du sol, la forme des piles de stockage et la siccité des couches superficielles de sol vont tous avoir une influence sur les niveaux d'émission des COV. Des technologies de contrôle supplémentaire sont disponibles afin de minimiser les émissions, mais elles s'avèrent relativement inefficaces et leur mise en œuvre est onéreuse par rapport aux contrôles des sources ponctuelles.

### Emissions émanant de la désorption thermique

Les émissions dans l'air émanant des systèmes de désorption thermique sont influencées par les caractéristiques des déchets, le procédé de désorption appliqué, et les équipements de contrôle des émissions utilisés. Les émissions dans l'air associées à la désorption thermique proviennent de plusieurs sources. Les sources ponctuelles d'émission dans l'air varient grandement d'un procédé à l'autre. La cheminée d'un dispositif de post-combustion rejette des produits de combustion, à la manière d'un système de chauffage à combustion, si les gaz de combustion ne sont pas acheminés dans le désorbeur. En règle générale, un système de chauffage à combustion fonctionne au propane, au gaz naturel ou au mazout. Si les contrôles des émissions de COV sont assurés par un filtre à manches, un épurateur-laveur ou un absorbeur à charbon actif des vapeurs, les dégagements gazeux vont contenir de petites concentrations de contaminants d'origine, ainsi que les produits de toutes les réactions chimiques susceptibles de se produire. Le volume des dégagements gazeux émanant d'une unité de désorption thermique dépend du type de processeur mis en œuvre. Le Tableau 3.61 ci-après présente certaines valeurs concernant les émissions de la désorption thermique.

	Flux de gaz (Nm <sup>3</sup> /h)	Polluants éventuellement présents
Chauffage direct	17 000 - 85 000	COV
Chauffage indirect	1 700 - 8 500	COV

**Tableau 3.61 : Emissions de la désorption thermique par chauffage direct et indirect [30, Eklund et al., 1997]**

Divers types de systèmes de désorption thermique peuvent produire jusqu'à neuf flux de procédés résiduels : sol traité, rejet de matières surdimensionnées, contaminants condensés, eau, poussière de contrôle des particules, fumées propres, boues des séparateurs de phase, charbon épuisé des phases aqueuses, et charbon épuisé des phases vapeur. Les fumées émanant des unités chauffées indirectement, c'est-à-dire des vis thermiques, peuvent être traitées avec des systèmes chimiques/physiques plus petits, tels que des filtres à manches ou un condenseur, puis par un dispositif de post-combustion

Polluant	Origine
Emissions fugitives	<ul style="list-style-type: none"> <li>Excavation du sol contaminé</li> <li>Classificateur, convoyeur d'alimentation, et trémie d'alimentation</li> <li>Composants du système de désorption thermique et des contrôles</li> <li>Gaz d'échappement émanant du système de chauffage, du sol traité, de la poussière du contrôle des matières particulières, de l'huile non traitée du séparateur huile/eau, du charbon épuisé d'un absorbeur à charbon pour phase liquide ou vapeur, de l'eau traitée et des boues de l'épurateur-laveur</li> </ul>
Matières particulaires, oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ), monoxyde de carbone (CO) et gaz acides	Combustion et pyrolyse
Dioxines, furannes et phénol	

### 3.62 : Emissions génériques émanant de la désorption thermique

[30, Eklund et al., 1997]

Paramètre	Concentration initiale <sup>1</sup> (ppm)	Concentration finale <sup>1</sup> (ppm)	Efficacité d'élimination (%)	Caractéristiques types des effluents gazeux <sup>2</sup> concentration par cheminée
PM		700-1 000 mg/Nm <sup>3</sup>		
Benzène	0,11-39,5	< 0,01-0,06	84,5-99,9	4,3-8,6 ppm
Toluène	0,27-2	< 0,01-0,1	n/a	0,6-0,8 ppm
m,p-xylènes	< 0,8-3	0,2-1,2	< 75	0,42-3,5 ppm
o-xylènes	3,1-15,6	< 0,01	99,7-99,9	
Total des xylènes	13,1	0,1	99,2	
Ethylbenzène	0,11	< 0,01	> 90	
THC	39-393	5,7-9,5	85-97,5	129-2 800 ppm
COV		0,045-2,27 kg/h		
Diesel	1 875	< 1	> 99,9	
Naphtalène				5 136-6 757 µg/Nm <sup>3</sup>
Acénaphthylène				634-901 µg/Nm <sup>3</sup>
Acénaphthène				317-638 µg/Nm <sup>3</sup>
Fluoranthène				405-763 µg/Nm <sup>3</sup>
Phénanthrène				385-645 µg/Nm <sup>3</sup>
Anthracène				< 1,4-427 µg/Nm <sup>3</sup>
Fluoranthène				24-135 µg/Nm <sup>3</sup>
Pyrène				32-111 µg/Nm <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Basé sur deux ou trois installations en fonction du paramètre.<sup>2</sup> Basé sur deux installations. Les équipements de contrôle des émissions comprennent un laveur-épurateur par voie humide et un dévésiculateur de type cyclonique. Les valeurs ppm font référence à des conditions sèches.

Les émissions de COV provenant des sècheurs d'agrégats d'asphalte varient selon plusieurs ordres de grandeurs en fonction de l'utilisation ou non de dispositifs de post-combustion comme dispositifs de contrôle. En règle générale, ces systèmes de traitement n'emploient pas des contrôles de COV sauf s'ils ont été modifiés pour la remédiation des sols.

Une société a évalué les émissions types du traitement des sols dans un sécheur d'agrégats d'asphalte modifié. Ce dernier comprend une cuve rotative à alimentation directe fonctionnant à une température de 290 à 540 °C. Un collecteur à tube cyclonique primaire et un filtre à manche à jets pulsés assurent le contrôle des émissions de matières particulaires. Un oxydateur thermique (c'est-à-dire un dispositif de post-combustion) détruit les composés organiques contenus dans le flux des dégagements gazeux (efficacité de 99 à 99,99 %). Basé sur un débit de 32 à 54 t/h.

**Tableau 3.63 : Caractéristiques des entrées et des sorties des sècheurs d'agrégat d'asphalte**  
[30, Eklund et al., 1997]

Contaminant	Unités	Temps de résidence (minutes)	Température (°C)	Concentration initiale	Concentration finale	Taux d'émissions non contrôlées (g/h)	Taux d'émissions estimées (g/h)
PCB	ppm	19	550	37,5	2	1,14	5,68e-02
2,3,7,8-TCDD	ppb	40	560	260	0,018	0,00832	4,16e-04
	ppb	19	560	236	0,018	0,00755	3,78e-04
	ppb	10,5	560	266	0,018	0,00851	4,26e-04
	ppb	24	460	233	0,5	0,00744	3,72e-04
	ppb	5,6	550	48	0,084	0,00153	7,67e-05
	ppb	20	555	56	0,23	0,00178	8,92e-05
Efficacité globale estimée de 95 %							

**Tableau 3.64 : Emissions estimées de composés sélectionnés pour le nettoyage du sol contaminé par PCB avec un procédé de désorption thermique**  
[30, Eklund et al., 1997]

#### Emissions émanant de l'extraction à la vapeur des déchets solides

Les émissions dans l'air associées aux systèmes d'extraction à la vapeur proviennent principalement de la cheminée. Il peut y avoir des rejets supplémentaires d'organiques volatiles résultant du traitement de toute eau contaminée qui est extraite. Les émissions fugitives sont

considérées comme quantité négligeable en raison de la pression négative utilisée dans la majeure partie du système.

Les émissions comprennent les organiques volatils non traités émanant du procédé d'extraction. Une élimination et l'émission consécutive de composés organiques semi-volatils se produit aussi, même son efficacité est moindre que pour les COV. Il y a parfois aussi des quantités d'émissions atmosphériques plus petites associées au système de contrôle. En raison de la diversité des technologies utilisées pour le traitement à la vapeur, les émissions des cheminées comprennent parfois aussi certains produits résultant d'une combustion incomplète, des NO<sub>x</sub>, des matières particulaires, du CO et des gaz acides. Les composés organiques volatils émis à partir de sources ponctuelles constituent toutefois un sujet très préoccupant. Le Tableau 3.65 présente les données relatives aux émissions atmosphériques de plusieurs systèmes d'extraction à la vapeur.

Nombre de systèmes étudiés	Paramètre	Unités	Plage ou valeur	Moyenne approximative
13	Débit par puits	m <sup>3</sup> /min	0,2-8	2
	Elimination	kg/jour	0,9-113	27
	Concentration des gaz d'échappement	ppmv	20-350	100
17	Débit total	m <sup>3</sup> /min	0,1-161	23
	Traitement :	n° système		
	•Aucun		9	
	•Carbone		6	
	•Incinération catalytique		1	
	•Combustion		1	
17	Débit d'élimination	kg/jour	2-195	45
	Débit total	m <sup>3</sup> /min	0,7-318	62
	Concentration en polluants	ppmv	150-3 000	400
	Efficacité du contrôle	%	90-99	95

**Tableau 3.65 : Emissions émanant des systèmes d'extraction à la vapeur**  
[30, Eklund et al., 1997]

Le taux d'émission des COV des systèmes d'extraction à la vapeur fonctionnant en continu tend, au fil du temps, à suivre une courbe de décroissance exponentielle.

Polluant	Pic d'émissions <sup>1</sup> Cheminée sans contrôle (g/h)	Pic d'émissions <sup>2</sup> Cheminée avec contrôle (g/h)
Trichloroéthylène (TCE)	1 712	17,1
trans-1,2-dichloroéthylène (DCE)	99,4	0,99
1,1,1-trichloroéthane (TCA)	13,6	0,14
Tétrachloroéthylène (PCE)	3,18	0,03
<b>TOTAUX</b>	<b>1 830</b>	<b>18,3</b>
<sup>1</sup> Emissions sans contrôle basées sur le taux d'élimination de chaque contaminant		
<sup>2</sup> Basé sur une efficacité du contrôle global estimé à 99 % pour deux absorbeurs à charbon montés en série		

**Tableau 3.66 : Estimation des émissions d'un système d'extraction sous vide in-situ**  
[30, Eklund et al., 1997]

#### Emissions émanant du lavage des sols

Dans le procédé de lavage des sols, la plus grande source potentielle d'émission de contaminants volatils se trouve dans les procédés d'excavation, de manutention des matières, de préparation des charges et d'extraction. Les flux de déchets peuvent aussi être des sources potentielles d'émission de COV. Le procédé de récupération des solvants implique la

vaporisation du solvant : en conséquence, cette étape ainsi que d'autres étapes de ce procédé sont susceptibles de conduire à des émissions fugitives. Les flux de déchets sont également des sources potentielles d'émission de COV, si des COV sont déjà présents dans le flux de déchets. Pour les procédés d'extraction au solvant, les émissions du solvant proprement dit peuvent également constituer une source de préoccupation.

Les aires de stockage doivent faire l'objet d'un contrôle spécifique pour éviter une dispersion de la pollution, en particulier des poussières. Pour les effluents liquides, les installations sont toujours équipées d'une station d'épuration des eaux-boues, dans laquelle les eaux sont envoyées avant d'être rejetées.

Le lavage des sols génère quatre flux de déchets : des solides contaminés séparés des eaux de lavage, des eaux résiduaires, des boues d'épuration des eaux résiduaires et des solides résiduels, ainsi que des émissions dans l'air.

Paramètre de l'eau	Concentration (mg/l)
Solides en suspension	60
DBO <sub>5</sub>	25
DCO	350
Nitrite N (NO <sub>2</sub> -N)	10
P, total	2
Cr, total	0,3
Cu	0,5
Hg	0,005
Ni	0,3
Pb	0,3
Zn	2
<b>Résidus générés par le procédé<sup>1</sup></b>	
Boues d'épuration	Boues minérales
Autres fractions résiduelles	Particules de HAP et oxydes métalliques
<sup>1</sup> Ces résidus sont déclarés comme étant destinés à une mise en décharge.	

**Tableau 3.67 : Emissions émanant d'une installation traitant le sol contaminé par lavage [66, TWG, 2003]**

**Remarque : La capacité de l'installation est de 68 kt/an**

#### **Emissions émanant de l'extraction au solvant**

Un procédé d'extraction au solvant produit jusqu'à cinq flux de déchets : des contaminants concentrés, des solides, des eaux résiduaires, des rejets surdimensionnés, des émissions atmosphériques traitées.

Les unités d'extraction au solvant ont une conception en boucle fermée dans laquelle le solvant est recyclé et réemployé. En règle générale, ces unités sont conçues pour produire des émissions atmosphériques négligeables, toutefois certains solvants ont été détectés dans les systèmes de mise à l'air libre des effluents gazeux. En outre, des niveaux significatifs d'émissions (à la fois en phase vapeur et sous forme de matières particulaires) peuvent se former pendant les activités de préparation des déchets telles que l'excavation et la manutention des matières.

#### **Emissions émanant des traitements des déchets FGT**

La principale préoccupation environnementale liée à la manutention, à l'utilisation et à l'élimination des déchets de combustion est le risque potentiel d'émissions de métaux lourds, de polluants organiques et de sels. Les principales voies de ces émissions sont la lixiviation et les envois de poussières. Comme il est relativement aisé de contrôler les émissions de poussières, la lixiviation constitue une question plus préoccupante eu égard à l'environnement. Il convient également de noter que la génération d'hydrogène gazeux à partir des déchets FGT par contact avec de l'eau a fait l'objet de nombreuses études et peut être à l'origine de problèmes

considérables. Sa génération dépend du stockage des déchets FGT intermédiaire mais aussi du type, de la conception et du fonctionnement de la décharge dans laquelle ils se forment.

#### **Emissions émanant des procédés de stabilisation**

Plusieurs des procédés de stabilisation ont une étape de lavage initial, dans laquelle la majeure partie des sels solubles, et dans une certaine mesure, des métaux sont extraits avant la liaison chimique du reste des métaux. Ces procédés sont finalisés en déshydratant le produit stabilisé, qui est ensuite prêt pour être mis en décharge. Ensuite, les déchets solides du lavage génèrent des eaux résiduaires qui nécessitent un quelconque traitement en raison de la présence de certains composants. Toutefois, en fonction des autorités locales, les eaux résiduaires ainsi générées peuvent être déversées dans l'environnement ou traitées dans l'industrie chimique pour récupérer certains sels (par ex. sels de sodium).

#### **Emissions émanant des traitements de l'amiante**

La nature fibreuse de l'amiante et la taille de ses fibres sont les principaux paramètres qui font que l'amiante est dangereux. Au cours du traitement, certaines émissions peuvent être générées.

### **3.3.3.3 Emissions émanant du traitement des déchets spécifiques**

#### **Hydrogénation des POP**

Sur une installation canadienne, on a trouvé du gaz produit ne contenant aucun PCB détectable, tandis que les concentrations de chlorobenzènes et de dioxines totales sont semblables à celles des blancs. Cela suggère que le gaz produit ne contient pas de niveau quantifiable de ces substances. Lorsque le gaz produit a été brûlé dans le reformeur à vapeur, des dioxines ont été émises par la cheminée du reformeur à une concentration de 15 pg TEQ/Nm<sup>3</sup>. Cette formation de dioxines a été attribuée à l'utilisation d'air contaminé par les PCB provenant du site alimentant le reformeur en air de combustion.

Toutes les sorties provenant de la destruction de déchets contaminés par les PCB utilisant ce procédé peuvent être confinées et testées. Il n'existe aucune émission non contrôlée émanant du procédé, susceptible de se traduire par des rejets d'air de solides ou de liquides contaminés par les PCB, dans l'environnement immédiat. Les rejets de PCB dans l'environnement ne peuvent se produire que pendant la manutention des déchets avant leur traitement, où il existe un risque d'écoulement accidentel.

Comme la réaction se déroule dans une atmosphère réductrice en l'absence d'oxygène, la possibilité de formation de dioxines et de furannes est réputée être éliminée. Si la teneur en hydrogène (base sèche) est maintenue à des pourcentages supérieurs à 50 %, on évite la formation de HAP.

Type de déchets	Efficacité de destruction (%)	DRE (%)
Huiles PCB	99,999808 - 99,9999996	99,9999985 - 99,9999997
Chlorobenzènes	99,9999836 - 99,9999972	99,9999842 - 99,9999985
Dioxines présentes dans les huiles PCB	99,999 - 99,9999	

**Tableau 3.68 : Efficacité de destruction des procédés d'hydrogénation**  
[100, UNEP, 2000]

Si le gaz produit ou l'air ambiant utilisé comme air de combustion pour la chaudière ou pour des unités similaires contient du chlorure d'hydrogène ou d'autres espèces chlorées, leur combustion peut conduire à la formation de dioxines. Afin de satisfaire aux critères techniques fondamentaux relatifs à la destruction des POP, à la fois le gaz produit et l'air de combustion doivent être traités pour éliminer de tels donneurs de chlore et éviter ainsi la formation de dioxines.

Il faut particulièrement veiller à éviter d'avoir des taux élevés de génération de gaz, susceptibles d'entraîner une surpressurisation des systèmes. Le procédé a une capacité de surpression limitée : c'est pourquoi toute surpression peut se traduire par un rejet de déchets.

Pendant les opérations types, 30 à 50 % du gaz produit sont brûlés comme combustibles dans la chaudière ou d'autres unités annexes.

Les résidus générés par le procédé comprennent le gaz produit issu du réacteur, l'eau de l'épurateur-laveur et la boue provenant du traitement du gaz produit, ainsi que de petites quantités de grains de poussière provenant du réacteur. Le gaz produit est récupéré par voie catalytique afin de récupérer l'hydrogène ou brûler comme combustible dans un ou plusieurs des systèmes annexes : dans la chaudière, le reformeur catalytique et/ou dans le vaporiseur biologique séquentiel.

### Hydrogénation des PCB et de POP

Toutes les émissions et tous les résidus sont capturés en vue de les analyser et de les retraiter, si nécessaire. Des taux de destruction allant de 99,9 à 99,99999 % ont été rapportés sur des sites fonctionnant à une échelle commerciale en Australie.

### Oxydation à l'eau supercritique

Les résidus du procédé sont habituellement confinés et comprennent de l'eau, du gaz (moins de 10 ppm de CO et de très petites quantités d'oxydes d'azote, de gaz acides tels que le chlorure d'hydrogène ou des oxydes de soufre et de matières particulaires) et des solides si les déchets contiennent des sels inorganiques ou des organiques avec des halogènes, du soufre ou du phosphore. Les résidus générés pendant le procédé tels que les cendres et la saumure doivent être éliminés.

## 3.3.4 Déchets SORTANTS des traitements physico-chimiques

La plupart des déchets SORTANTS de ces procédés sont mis en décharge.

### Eaux résiduaires

Le débit massique principal provenant des usines Ph-c est constitué par les eaux résiduaires, soit environ 85 à 95 % de la masse des déchets acceptés en traitement. La qualité des eaux résiduaires des usines Ph-c fait l'objet d'une surveillance régulière par des autorités de supervision et dans le cadre d'une auto-surveillance interne. En raison de cette activité de surveillance, de nombreuses données sont disponibles sur la composition des eaux résiduaires provenant des usines Ph-c.

Paramètres des émissions d'eau	Plages des valeurs moyennes annuelles (ppm)	Plages de la charge annuelle (kg/an)
pH	6,9-10,4	
Conductivité électrique	1 150-13 500 µS/cm	
Transparence (profondeur de vue)	10-47 cm	
Solides en suspension	< 0,5-32 < 0,1-2,1 ml/l	< 0,6
COT	2 200-3 800	38 061
DBO	5-2 490	
DCO <sup>1</sup>	200-17 870	
Hydrocarbures	< 0,1-19,8	89
Détergents (anioniques)	0,6-14,8	
Huile minérale	5-10	
Indice phénolique	0,8-25	317
AOX	< 0,01-0,7	9
EOX	< 0,1-0,5	
BTX	< 0,1-1,2	10
Cl	3 975-35 420	
Cl libre	< 0,1-0,3	

CN	< 0,1-0,6	< 1
CN libre	< 0,01-0,1	
F	0,5-8,6	
N – organique	109-440	
N total	8,4-590	
NH <sub>3</sub> -N	22-1 330	
Nitrate-N	0,9-472	
Nitrite-N	0,90-10,2	38
P total	< 0,1-14,75	
Sulfate	65-3 630	
Sulfure	1 012	
Sulfure libre	< 0,1-0,77	< 1
Al	< 0,1-5	63
As	< 0,01-0,1	< 0,1
Cd	0,0004-0,1	
Co	≤ 0,1	
Cr total	0,05-0,3	3,8
Cr (VI)	< 0,01-0,1	< 1
Cu	< 0,1-0,4	2,5
Fe	0,2-20	253
Hg	0,0001-0,02	< 0,02
Mn	< 0,1-2,7	
Ni	0,05-1,4	3,8
Pb	< 0,02-0,7	< 1
Se	< 0,1-0,5	
Sn	< 0,1-0,4	
Zn	< 0,1-3,9	12

Remarques : Les plages ont été établies à partir de plusieurs jeux de données d'émissions fournis. Un jeu de données repose sur les données fournies par des opérateurs d'usine Ph-c avec une capacité totale de 850 kt/an, pour 2001. L'âge moyen des usines est de 17 ans (allant de 4 à 39 ans). Approximativement 84 % (de 73 à 91 %) de toutes les usines de traitement physico-chimiques pour le traitement des déchets acceptés observés ici relèvent des groupes du catalogue CEL (EWL) 11, 12, 13, 16 et 19. Un autre jeu de données correspond au 20/80 pourcentile des valeurs moyennes annuelles pour certaines usines Ph-c, et un autre jeu correspond aux valeurs minimum/maximum mesurées provenant du traitement d'une installation de désémulsification (données de 1994 à 1999).

Certaines données concernent la fraction DCO dissoute dans du THE et d'autres correspondent à la valeur DCO totale.

**Tableau 3.69 : Déchets SORTANTS du traitement physico-chimique des eaux contaminées**  
 [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [134, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004]

Le Tableau 3.70 ci-dessous présente les sorties d'une installation de traitement de laquage.

Matière	Quantité (t/an)	Composition (mg/kg)	
Matières séchées	10 000	PCB	< 0,05
		BTEX	104,8
		As	< 1
		Cd	6,7
		Cr total	77
		Cu	905
		Hg	0,25
		Ni	43
		Pb	339
		Tl	< 0,5
		Cyanure total	6 200
Eau du traitement organique	2 000	Cd	< 0,5
		Hg	< 0,5
		Zn	1,7
Régénération des solvants	13 000		



**Tableau 3.70 : Déchets SORTANTS du traitement physico-chimique de l'eau contaminée : principalement coagulum de laquage et solvants**  
[135, UBA, 2003]

Le Tableau 3.71 présente les niveaux d'émissions atteints après une étape de polissage de l'effluent, par exemple par filtration sur sable ou par filtres à échange d'ions

Composé	Concentration (mg/l d'eaux résiduaires) (échantillons toutes les 24 heures)
Cyanure libre	1,0/0,2
COV halogéné	0,1
Huile minérale	200 (échantillon aléatoire)
Ag	1,0/0,1
Cd	0,2
Cr (total)	1,0/0,5 <sup>1</sup>
Cr (VI)	0,1
Cu	2,0/0,5
Ni	2,0/0,5
Pb	2,0/0,5
Sn	3,0/2,0
Zn	2,0/0,5
<sup>1</sup> Normes pour charges de métaux déversés (Cr, Cu, Ni, Pb et Zn) < 200 g/jour et > 200 g/jour	

**Tableau 3.71 : Niveau d'émissions après étape de polissage de l'effluent, par exemple par filtration sur sable ou par filtres à échange d'ions**  
[156, VROM, 2004]

### Déchets solides et boues

Les matières finales après stabilisation/solidification ont une composition en métaux et en teneur organique similaire à celle des déchets d'origine. Toutefois les matières finales présentent une réduction de la toxicité et de la solubilité des métaux et des composés organiques par rapport aux déchets d'origine.

L'annexe de la directive sur les décharges (33/2003/CE) énonce les critères et les procédures d'acceptation des déchets en décharge. Les critères contiennent certaines valeurs limites pour les déchets dangereux acceptables dans les différents types de décharges. Ces critères reposent sur des valeurs limites de lixiviation et incluent des restrictions pour certains métaux, certains anions et certains paramètres de composés organiques.

La perméabilité des déchets stabilisés à l'eau dépend de nombreux paramètres (par exemple de la nature des déchets, de la nature et de la quantité de réactif ajouté, des objectifs ciblés) de sorte que les valeurs de perméabilité peuvent varier de  $10^{-9}$  à  $10^{-12}$  m/s.

### Cendres lourdes/scories immobilisées

En règle générale, il existe plusieurs possibilités de réemploi des cendres lourdes, après traitement. Lorsque la valeur des scories n'est pas conforme à des paramètres définis, le réemploi des scories avec des mesures de sécurité technique définies est possible. Certains exemples d'option de réemploi sont décrits ci-dessous et sont présentés dans le Tableau 3.72 :

- utilisation dans la construction des routes et des rues. Les cendres lourdes sont utilisées comme bases solides, par exemple dans la construction d'emplacements de parking, de zones aéroportuaires et portuaires. Toutefois, il existe un besoin de disposer d'une couche imperméable qui coiffe la couche de cendre lourde pour éviter la lixiviation, et qui peut être une couche d'asphalte voire même de béton.
- utilisation dans les ouvrages en sols, par exemple pour les remblais de routes ou l'édification de murs anti-bruit. Il est important que la zone où l'on utilise les cendres lourdes soit un terrain favorable sur le plan hydrogéologique. Cela signifie qu'il doit y avoir une couche de 2 mètres d'argile ou de glaise qui protège les nappes phréatiques

contre des effets nocifs. En outre, il doit y avoir une surface minérale qui est imperméable ( $d > 0,5$  m et  $k < 10^{-8}$  m/s)

- utilisation dans les zones de gestion des eaux importantes et dans les zones vulnérables sur le plan hydrogéologique, avec des exceptions après inspection des cas individuels.

Filières de recyclage des cendres lourdes/scories traitées	%
Couche anti-gel	27
Remblai	22
Sous-structure en ballast	11
Amélioration du sol	9
Construction d'assise/ de barrage	5
Consolidation du terrain	5
Mur de protection contre le bruit	3
Aménagement paysagé	1
Construction de route et d'impasse	1
Divers	16

**Tableau 3.72 : Filières de recyclage de la fraction minérale des cendres lourdes traitées en Allemagne**  
[150, TWG, 2004]

Le Tableau 3.73 et le Tableau 3.74 ci-dessous caractérisent les paramètres principaux des cendres lourdes après un traitement physico-chimique.

Métaux	Minimum	Moyenne	maximum
As	0	0,074-0,15	0,187
Cd	0,0008	0,0037-0,001	0,0167
Cr	0,067	0,172-0,6	0,726
Cu	0,150	0,6-6,826	29,781
Hg	0	0,01-0,07	0,37
Ni	0,023	0,165-0,6	0,661
Pb	0,19	1-1,222	4,063
Tl	0		
Zn	0,470	1,5-2,970	14,356

Unités : en g/kg sauf Hg exprimé en mg/kg  
Zéro dans ce tableau signifie inférieur aux limites de détection de l'analyse

**Tableau 3.73 : Métaux présents dans les cendres lourdes traitées après analyses des solides**  
[89, Allemagne, 2003], [150, TWG, 2004]

Produits chimiques	Minimum	Moyenne	Maximum
Cl	29		
Sulfates	43		
CN total	0		
Indice phénolique	0		
As	1,3	5,3	16,1
Cd	0	0,8	5
Cr	0	15,2	200
Cu	0	60,7	300
Hg	0	< 0,2	1
Ni	0	2,9	40
Pb	0	11,4	59,0
Tl	2		
Zn	0	19,4	300

Unités en µg/l  
Zéro dans ce tableau signifie inférieur aux limites de détection de l'analyse

**Tableau 3.74 : Analyse d'un éluat pour déterminer la qualité des cendres lourdes après traitement**  
[89, Allemagne, 2003], [150, TWG, 2004]

### Déchets SORTANTS d'une unité de lavage des sols classique

En règle générale, les unités de lavage des sols produisent des matières recyclées appropriées pour l'industrie de la construction (producteur de béton, usine d'asphalte) ou comme matériaux de remblai après un contrôle de qualité interne et un contrôle externe des propriétés spécifiques des matériaux (pour vérifier leur conformité aux réglementations locales).

Différentes fractions peuvent être distinguées :

- la fraction grossière : graviers pouvant être calibrés de plusieurs manières. Dans l'ensemble, ils comprennent des graviers fins mesurant de 2 à 20 mm et des gros graviers mesurant 2 à 80 mm
- la fraction sablonneuse : elle se compose de sable dont la taille est généralement comprise entre 60 µm et 2 mm
- la fraction organique résiduelle (> 60 µm) : ces fractions sont incinérées ou envoyées dans une décharge appropriée
- la fraction résiduelle fine (gâteau de filtration < 60 µm) : cette fraction est généralement envoyée dans une décharge spéciale avec ou sans traitement supplémentaire (par ex. inertage, stabilisation) ou elle peut être dirigée vers un traitement supplémentaire si nécessaire (par ex. désorption thermique, incinération classique).

	Capacité (t/an)
Déchets ENTRANTS	68 000
Déchets SORTANTS	50 500
• Sable	36 000
• Gravier	13 000
• Fines	1 500

**Tableau 3.75 : Déchets SORTANTS d'une installation de traitement du sol contaminé par lavage [66, TWG, 2003]**

### Déchets SORTANTS provenant d'une excavation

On a découvert que l'excavation semble réduire la teneur en humidité du sol et la densité apparente du sol. Les données montrent que la fraction teneur en eau diminue de 35 % à 56 % et que la densité apparente du sol diminue de 13 %.

### Déchets SORTANTS du séchage par distillation thermique

Le résidu sec du traitement des bombes aérosols est séparé en acier et en déchets d'aluminium avant vitrification. Ces fractions métalliques satisfont à tous les critères d'acceptation des opérations des aciéries. Les condensats du procédé de séchage sont constitués par des mélanges de solvants complexes qui peuvent uniquement être utilisés thermiquement ou doivent être incinérés. Si des bombes aérosols défectueuses, inutilisées, sont traitées, il est possible de discuter à l'avance avec le producteur si le recyclage des solvants qu'elles contiennent est également possible.

### Déchets SORTANTS d'une installation de traitement des CFC

Le Tableau 3.76 ci-après présente la spécification des produits obtenus par craquage des solvants CFC.

Paramètres	Unités	Cible	Valeur réelle
Teneur en eau	ppm	< 50	34
Teneur en huile	ppm	< 100	60
Teneur en amine	ppm	< 100	10
Acide	ppm	< 1	0,03
Halogènes	% en Volume	< 0,1	0,004
PCB et PCT	% en Volume	0	0
Information provenant d'une usine de distillation des CFC de la Figure 2.11 représentée dans la Section 2.3.5. Cette usine de traitement convertit les CFC en acide chlorhydrique et en acide fluorhydrique			

**Tableau 3.76 : Spécification des produits CFC craqués**  
[147, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 3.4 Emissions et consommations des traitements de déchets appliquées principalement à la valorisation des matières issues des déchets

[6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [13, Marshall et al., 1999], [14, Ministry for the Environment, 2000], [29, UK Environment Agency, 1996], [41, UK, 1991], [42, UK; 1995], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [66, TWG, 2003], [86, TWG, 2003], [96, Straetmans, 2003], [125, Ruiz, 2002], [129, Cruz-Gomez, 2002], [147, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004]

Cette section concerne les émissions et les consommations des traitements mentionnés dans la Section 2.4. Les parties ci-après (Section 3.4.X) détaillent les informations dont disposent les opérateurs du traitement des déchets à partir de leurs systèmes d'enregistrement et mettent l'accent sur les zones dans lesquelles les émissions sont susceptibles de se produire. La structure de chacune des parties ci-après de cette section est identique à celle suivie dans la Section 2.4. Les émissions associées à des traitements annexes, par exemple les opérations des centres de transfert, sont traitées dans la Section 3.1.

#### 3.4.1 Déchets ENTRANTS traités afin d'obtenir une matière recyclée

Lorsque l'objectif est d'obtenir des matières utilisables et non pas simplement des matières à éliminer, le traitement accordé à chaque type de déchet va être très spécifique, en règle générale, et va cibler la conversion des déchets en un produit final utilisable requis.

##### Huiles usagées

Les huiles ont de nombreuses utilisations, par exemple, comme combustibles, lubrifiants, milieux de transfert de chaleur, fluides de coupe et fluides hydrauliques. Chacune d'elles possède ses propres spécifications, qui sont habituellement fonction des hydrocarbures présents dans une plage d'ébullition spécifique à partir de la distillation du pétrole brut. Les huiles qui doivent être stables à des températures élevées ne comportent pas de grande quantité d'hydrocarbures à faible point d'ébullition, tandis que les huiles utilisées comme combustibles sont beaucoup plus susceptibles de comprendre ces mélanges d'hydrocarbures à bas point d'ébullition.

Avant leur commercialisation, la plupart des huiles de base produites dans les raffineries d'huile minérale sont assemblées avec divers additifs afin de leur conférer les propriétés requises. Les préformulations d'additifs types comprennent entre 5 et 25 % d'huile de base. Toutefois, probablement au moins la moitié de la préformulation d'additifs est une huile de base utilisée comme solvant. Les huiles de lubrification contiennent un grand nombre d'additifs, mais les formules réelles sont dans la plupart des cas des secrets commerciaux. Les données sur les composants et les additifs des nouvelles huiles sont présentées dans la fiche de données de sécurité qui accompagne les produits frais à la livraison, toutefois, les détails précis relatifs aux formulations sont la propriété des sociétés. Les huiles hydrauliques contiennent très peu d'additifs.

Plusieurs classes générales d'additifs ont été identifiées et sont présentées dans le Tableau 3.77 ci-dessous. Les informations ne sont pas spécifiques mais suggèrent qu'un certain nombre d'additifs métalliques, certains composés organiques chlorés, des hydrocarbures aromatiques, des composés phénoliques et différents types de polymères sont utilisés.

Additif	Composés utilisés
Anti-corrosion	Dithiophosphates de zinc, phénolates de métaux, acides gras et amines
Anti-mousse	Polymères de silicone, copolymères organiques
Anti-oxydant	Dithiophosphates de zinc, phénols à empêchement

	stérique, amines aromatiques, phénols sulfurisés
Anti-usure	Dithiophosphates de zinc, phosphates d'acides, composé de soufre et de chlore organique, graisse sulfurée, sulfures et disulfures
Détergent	Composés organo-métalliques du sodium, phénolates de calcium et de magnésium, phosphonates et sulfonates
Dispersant	Alkylsuccinimides, esters alkylsucciniques
Modificateur de friction	Acides gras organiques, huile de saindoux, phosphore
Désactivateur de métaux	Complexes organiques contenant de l'azote et du soufre aminé, des sulfures et des phosphites
Agent améliorant le point d'écoulement	Naphtalène alkylé et polymères phénoliques, polyméthacrylates
Agent de gonflement de joints	Phosphates organiques, hydrocarbures aromatiques
Modificateur de viscosité	Polymères d'oléfines, méthacrylates, di-ènes ou styrènes alkylés

**Tableau 3.77 : Type d'additifs utilisés dans les lubrifiants**  
[67, DETR, 2001]

Les additifs doivent demeurer dans l'huile pendant toute sa durée de vie utile. En d'autres termes, même s'il est prévisible qu'une substance particulière donnée soit éliminée à des températures de fonctionnement normal du moteur, il doit y avoir un autre additif incorporé qui la lie dans la formulation de l'huile.

Cette exigence qui permet de garder les additifs en circulation, et de garder des produits de décomposition en circulation afin d'augmenter la longévité de l'huile, crée l'un des points de discussion en ce qui concerne les émissions provenant des huiles usagées. Bien qu'un certain nombre de composants soient solides à température ambiante et puissent éventuellement se sédimenter hors de l'huile et dans la couche de boue, les dispersants contenus dans l'huile vont avoir tendance à faire en sorte qu'ils soient conservés à l'intérieur de la couche d'huile. Les plus gros solides sont éliminés des moteurs grâce aux filtres à huile.

En cours d'utilisation, la composition de l'huile va changer de manière notable, en raison de la décomposition des additifs, de la formation de produits de combustion supplémentaires et de combustibles non brûlés, de l'addition de métaux provenant de l'usure du moteur et de la décomposition de l'huile de base proprement dite.

Les grands sites de traitement admettent l'existence d'un éventail de constituants différents dans l'huile usagée et, en conséquence, criblent les déchets entrants afin de déterminer leur point d'inflammation, leur teneur en métaux et en chlore, tandis que les sites plus petits se limitent généralement à accepter simplement les huiles usagées. Le manque de données d'analyse pour les déchets entrants est très net, bien que les activités de criblage de quelques sites montrent que l'industrie prévoit des niveaux élevés de métaux et une contamination par des solvants inflammables, étant donné un point d'inflammation mesurable.

Les huiles usagées collectées par des utilisateurs de gros volume peuvent faire l'objet d'un contrôle plus étroit et avoir, de ce fait, une composition plus constante.

Type de déchets contenant des huiles usagées	Commentaires
Filtres à huile	Il n'existe aucune analyse spécifique, toutefois les filtres à huile sont réputés contenir des huiles moteur usagées ainsi que des résidus de solides de taille plus importante qui se sont formés dans le moteur et qui ont été retenues dans le filtre. En outre, il y a les matières plastiques et les métaux du filtre. Les métaux tendent à être envoyés en recyclage.

Fûts en acier de 205 litres	Huile usagée et acier
Fûts de 25 litres	Huile usagée et matières plastiques
Huile moteur usagée en vrac	L'huile moteur usagée est le principal flux de déchets traité dans des sites de gestion de déchets autorisés. La plupart des émissions sont dues à cette matière.

**Tableau 3.78 : Type de déchets contenant des huiles usagées**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Il n'existe aucune analyse globale disponible sur les huiles usagées entrant dans les installations de traitement des huiles. Par conséquent, les deux tableaux ci-après (Tableau 3.79 et Tableau 3.80) présentent les données rassemblées sur les composants chimiques qui sont généralement présents dans les différents types d'huiles usagées. Dans la réalité, toutes les huiles usagées ne seront probablement pas couvertes par les limites inférieures ou supérieures des plages mentionnées dans ces deux tableaux.

Composants des huiles usagées	Plage de concentration (ppm)	Origine/commentaires
Al	4 – 1 112	Usure des paliers ou moteur
Alkyl-benzènes	900	Huiles de base du pétrole
Composés aromatiques	14 – 30 % en poids/poids	Dans le cas des huiles moteur usagées, les composés aromatiques proviennent de l'huile de base du lubrifiant.
Composés aliphatiques	65,4 % en poids/poids	Les N-alcanes représentent environ 0,4 % de l'huile usagée, mais la répartition penche en faveur des molécules plus longues qui sont moins susceptibles de s'évaporer : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tétraline 0,0012 %</li> <li>• Dodécane 0,014 %</li> <li>• Tridécane 0,014 %</li> <li>• Octadécane 0,07 %</li> <li>• Nonadécane 0,2 %</li> </ul>
Anti-gel		
As	< 0,5 – 67	
Teneur en cendre	0,4 – 0,64 <sup>1</sup>	
Ba	50 – 690	Détergents (additifs), préformulation d'additifs
BTEX	300 – 700	Une analyse composite montre un niveau élevé d'hydrocarbure à chaîne courte (benzène (0,096 à 0,1 %), xylènes (0,3 à 0,34 %), toluène (0,22 à 0,25 %)) avec des points d'ébullition inférieurs à 150 °C.
Ca	900 – 3 000	Détergents (additifs)
Cd	0,4 – 22	
Cl	184 – 1 500 <sup>2</sup>	Origine du chlore présent dans les huiles usagées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contamination (soit accidentelle ou délibérée) avec des solvants chlorés et des huiles de transformateur, qui tous deux sont maintenant contrôlés plus étroitement</li> <li>• Additifs pour huile de lubrification</li> <li>• Additifs dispersant les</li> </ul>

		dépôts de plomb présents dans l'essence au plomb <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation du chlore comme additif d'écoulement à froid</li> </ul>
Hydrocarbures chlorés	37 6 300 18 – 2 800 18 – 2 600 3 – 1 300	Dichlorodifluorométhane Trichlorotrifluoroéthane Trichloroéthanes Trichloroéthylène Perchloroéthylène Les huiles usagées peuvent avoir une teneur importante, mais variable en chlore, incluant des composés organochlorés tels que des PCB, le dichlorodifluorométhane, le trichlorotrifluoroéthane, le 1,1,1-trichloroéthane, le trichloroéthylène, le tétrachloroéthylène. Ils peuvent être formés chimiquement pendant l'utilisation d'une huile contaminée.
Cr	2 – 89	Usure du moteur
Cu	< 11 – 250	Usure des paliers
Refoulement moteur	8 - 10 % en poids/poids	Gaz absorbé, essence et carburant diesel. La composition des huiles usagées comprend également divers « produits de décomposition thermique ».
Fe	100 – 500	Usure du moteur
Halogénures	Jusqu'à 500	
Hydrocarbures lourds		Polymérisation et combustion incomplète du combustible
Hg	0,05 - < 11	
Hydrocarbures légers	5 – 10 % en poids/poids	Une certaine quantité de combustible non brûlé (essence ou diesel) se dissout dans l'huile et provient également de la décomposition de l'huile.
Huile de base de lubrification	Jusqu'à 95 % en poids/poids	Les principaux composants sont des hydrocarbures aliphatiques et naphéniques et/ou des polymères oléfiniques (par exemple des polybutènes et des poly-alpha-oléfines dans certaines huiles de base de lubrification). De petites quantités d'hydrocarbure aromatique et polyaromatique sont également présentes. La teneur en métal lourd est inférieure à 500 ppm. Des phénols peuvent être présents (quelques ppm).
Métaux tels que Al, As, Ba, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sb, Si, Sr, Ti, V, Zn	Jusqu'à 10 000 en combinaison	Ils proviennent des additifs d'huile de lubrification, de l'usure du moteur et de sources étrangères. Ils sont présents dans les huiles usagées comme additifs contenus dans l'huile de lubrification, produits de l'usure des moteurs et avec les huiles



		d'usage. Les additifs (en particulier, les métaux) demeurent généralement dans l'huile après utilisation.
Mg	100 – 500	Détergents (additifs)
Ni	10	Usure des moteurs
Naphtalènes	9,7 – 470 – 2 300 <sup>4</sup>	Provenant des huiles de base
Composés azotés		Provenant de l'addition de composés azotés
Composés apparentés non lubrifiants		Les huiles usagées sont souvent contaminées par toutes sortes de matières, habituellement en raison d'une mauvaise collecte/ségrégation. Les matières susceptibles d'être présentes sont les liquides pour frein et les antigels, les huiles végétales, les paquets de cigarettes, les solvants, etc.
P	6 – 1 000	Additifs antioxydants/anti-usure
HAP	30,3 – 204 - < 1 000 <sup>4</sup> La somme de 26 HAP individuels représentait 0,17 % de l'huile ou 1,2 % de la fraction aromatique	Les substances aromatiques comprennent une très grande plage de HAP dans des concentrations pouvant atteindre 700 ppm pour une espèce individuelle. Ils sont présents dans les huiles de base et proviennent d'une combustion incomplète. A titre d'exemple, on peut citer les benz(a)anthracène (0,87 – 30 ppm), benzo(a)pyrène (0,36 – 62 ppm), pyrène (1,67 – 33 ppm), naphtalène (47 ppm), biphenyle (6,4 ppm) et également des composés polyaromatiques chlorés.
PCB	< 0,5 – 11 - < 50	En application de la directive sur les huiles usagées, la teneur maximale de PCB autorisée dans les huiles usagées à traiter en vue de leur élimination est de 50 ppm. La présence de PCB est due à la contamination avec des huiles de transformateur.
Pb	8 – 1 200 Jusqu'à 14 000 en cas d'utilisation d'essence au plomb	Essence au plomb / usure de paliers
S	0,1 – 2,8 % en poids/poids	Provenant de l'huile de base et des produits de combustion
Sédiments	0,5 – 2 % en poids/poids	Suie et calamine de la chambre de combustion, métaux libres et salissure. La formation de sédiments est aggravée par le mélange d'huiles usagées de plusieurs fabricants ayant des préformulations d'additifs différentes, et de plusieurs sources de collecte.
Si	50 – 100	Additifs/eau
Sn	Quantités traces	Usure des paliers
Tl	0,1	
V	300	Provenant des huiles de base

Eau	5 - 100,1 – 2,8 % en poids/poids <sup>3</sup>	Combustion
Zn	6 – 4 080	Additifs antioxydants / anti-usure
Remarque : Il est impossible d'avoir une correspondance parfaite en additionnant les chiffres car ils proviennent de jeux de données différents.		
<sup>1</sup>	Les deux paramètres limites sont des valeurs moyennes.	
<sup>2</sup>	Jusqu'à 8 452 ppm dans les huiles usagées collectées dû à la contamination avec des solvants chlorés et du sel de mer provenant des rejets des bateaux	
<sup>3</sup>	Jusqu'à 30 %	
<sup>4</sup>	Lorsqu'une plage comporte trois nombres, celui du milieu correspond à une valeur moyenne.	

**Tableau 3.79 : Liste de composants présents dans les huiles usagées, à titre indicatif**  
**[4, Langenkamp, 1997], [5, Concawe, 1996], [37, Woodward-Clyde, 2000], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [42, UK, 1995], [150, TWG, 2004]**

### Huiles industrielles usagées

Diverses huiles sont utilisées dans l'industrie, notamment des huiles solubles et certaines huiles halogénées, même si ces dernières sont de moins en moins courantes. L'huile est utilisée comme huile hydraulique, huile de lubrification, milieu de transfert de chaleur, milieu électrique et fluide de coupe.

Les huiles solubles / les huiles d'usinage sont des huiles très courantes, mais il n'existe jusqu'à présent aucune information quant à leur composition. Bon nombre de ces huiles industrielles subissent un recyclage intensif en interne pour prolonger leur durée de vie et la majorité de tous les contaminants métalliques associés aux opérations de meulage sont éliminés par des systèmes en interne et récupérés. En absence d'autres données, les hypothèses suivantes ont été faites :

- Ces huiles sont utilisées dans des systèmes à l'air libre. Leur formulation ne comprend pas d'hydrocarbure à point d'ébullition bas/volatil en raison du risque d'incendie et des risques pour la santé pendant leur utilisation mais aussi parce qu'il est nécessaire de conserver les caractéristiques du produit pendant son utilisation. Elles sont agitées pendant leur utilisation et absorbent l'excès de chaleur émanant des surfaces d'usinage : de ce fait elles chauffent à une température supérieure à la température ambiante en fonctionnement. C'est pourquoi, les émissions de COV pendant le traitement des déchets sont généralement très petites.
- La teneur en métal va varier considérablement d'une source à l'autre. Les principaux métaux travaillés sont le cuivre, le zinc, le nickel et le chrome.

	Concentration	Raison
Cadmium	50 % de concentration dans l'huile de lubrification ou 0,000155 %	Le cadmium est actuellement en cours d'exclusion de la fabrication
Chrome	100 % de concentration dans l'huile de lubrification ou 0,0028 %	Courant : généralement utilisé au même niveau que dans une huile moteur
Cuivre	100 % de concentration dans l'huile de lubrification ou 0,025 %	Courant : généralement utilisé au même niveau que dans une huile moteur
Plomb	0	Aucune raison particulière d'intervenir
Naphtalène	0,0042 %	Aucune donnée : le naphtalène est présent dans toutes les huiles, mais on peut supposer que la formulation doit en avoir la plus petite quantité possible (d'après la teneur en mazout n°6) parce qu'à température ambiante, il est solide et ne semble pas apporter une quelconque utilité chimique à la formulation.
Nickel	0,0028 %	Aucune donnée pour les huiles de lubrification
PCB		Présent dans les huiles de refroidissement des transformateurs
Xylènes	0,22 %	
Zinc	50 % de concentration dans l'huile de lubrification ou 0,029 %	Composant d'usinage courant, mais le zinc semble être un additif majeur dans les huiles de lubrifications

**Tableau 3.80 : Estimations des concentrations métalliques des huiles usagées industrielles**  
 [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003]

Les huiles isolantes sont des huiles spéciales qui subissent un traitement de blanchissage, de telle sorte qu'elles produisent très peu de déchets. Le seul problème, avec ces huiles, est le risque de contamination par les PCB. En règle générale, les installations de traitement des déchets effectuent des analyses afin de rechercher les PCB.

#### Eau mélangée aux hydrocarbures provenant des intercepteurs

La plupart des déchets recueillis dans les intercepteurs proviennent des parcs de stationnement et des stations service pour véhicules. C'est pourquoi, il est raisonnable de supposer que leur contenu est similaire à celui des huiles moteur usagées, avec en outre, des limons, et probablement aussi des particules d'usure des pneus, des produits de combustion des carburants et des goudrons de fabrication des routes. Les écoulements accidentels de combustibles sont également recueillis au niveau des intercepteurs, mais toutes les matières qui sont capables de s'évaporer dans l'air à température ambiante auront eu le temps de le faire avant que les déchets de l'intercepteur ne soient collectés.

Une proportion des huiles contenues dans les intercepteurs provient des sites de fabrication ainsi que de la collecte des huiles industrielles usagées. Leur concentration en produits de combustion est beaucoup plus faible, mais leur concentration métallique est susceptible d'être plus élevée, en fonction de l'application industrielle.

#### **Solvants usagés**

Les solvants usagés peuvent être générés dans les secteurs industriels suivants :

- peintures, revêtements et décapants pour peinture
- encres
- industrie chimique et pharmaceutique
- production de film
- production de fibres synthétiques
- solutions de caoutchouc, plastique et résine
- solvants de dégraissage
- solvants de nettoyage à sec
- produits agricoles
- bombes aérosols et récipients à aérosol.

Les déchets considérés comme des solvants correspondent essentiellement aux codes du catalogue européen des déchets (CEL, EWL) 07, 08, 09 et 14. Le code final correspond à une catégorie consacrée en particulier aux solvants organiques. Il existe quatre classes principales de mélanges de solvants qui le rendent inutilisable tel quel, ce qui milite en faveur de sa récupération :

- mélange à l'air. Il se produit habituellement lorsque le solvant a été utilisé pour dissoudre une résine ou un polymère qui est étalé, par suite de l'évaporation du solvant. La récupération à partir de l'air peut poser des problèmes parce que le solvant peut réagir lorsqu'il passe sur le lit de charbon de l'adsorbent ou parce qu'il peut être difficile à récupérer dans la vapeur utilisée pour le désorber
- mélange avec de l'eau. Que le mélange se produise dans le procédé à base de solvant ou qu'il se produise à un quelconque moment de la recapture du solvant, il est très courant de découvrir que le solvant peut être contaminé avec de l'eau. L'élimination de l'eau est une opération simple dans de nombreux cas, mais parfois elle est si difficile que le retour à une pureté propre à l'emploi peut s'avérer onéreuse. Il faut toujours garder à l'esprit que l'eau éliminée au cours de la récupération du solvant devra probablement être déversée sous forme d'effluent et que sa qualité est par conséquent importante.

- mélange avec un soluté. Un produit souhaité est souvent éliminé par la filtration d'un mélange réactionnel. La fonction du solvant, dans ce cas, consiste à dissoudre sélectivement les impuretés (matières premières n'ayant pas réagi et produits des réactions secondaires indésirables) dans une phase liquide à faible viscosité, avec un très faible pouvoir solvant pour le produit. Le choix du solvant est souvent réduit dans de tels cas, mais des améliorations importantes au plan de la stabilité chimique des solvants peuvent parfois être obtenues en déplaçant à la hausse ou à la baisse une série homologue sans sacrifier la sélectivité du système de solvant. Une source de contamination moins complexe, par un soluté, se situe au niveau du nettoyage des installations, où le pouvoir solvant pour tout contaminant revêt une importance capitale mais où la miscibilité à l'eau, pour permettre la réalisation du nettoyage et du séchage en une opération unique, est également une propriété importante.
- mélanges à d'autres solvants. Un procédé multi-étape tel que celui utilisé habituellement par les industries de la chimie fine et pharmaceutiques peut impliquer l'addition d'un réactif dissous dans des solvants et des solvants qui sont indispensables aux rendements voire à l'existence même de la réaction souhaitée.

### **Huiles végétales usagées**

Huiles de cuisson des restaurants et des hôtels.

### **Catalyseurs usagés**

Les catalyseurs épuisés pouvant être régénérés ex-situ sont les suivants :

#### Catalyseurs métalliques

Par exemple, les catalyseurs de reformage platine-alumine qui peuvent être régénérés par l'élimination des dépôts carbonés de la surface du catalyseur en utilisant une procédure de combustion soigneusement contrôlée, suivie par la redispersion du platine et la rechloruration du support du catalyseur.

#### Catalyseurs à base de métaux nobles

Ils peuvent être régénérés en éliminant les dépôts de coke pour restaurer avec succès les performances initiales en termes d'activité, de sélectivité et de stabilité du catalyseur neuf d'origine. Les dépôts de coke sont éliminés par une combustion contrôlée.

#### Catalyseurs à base de métaux

Différents procédés permettent de régénérer les catalyseurs d'hydrotraitement, notamment un traitement d'oxydation régénérative pour éliminer le coke (régénération ex-situ) ou une redispersion des métaux dans le cas d'un empoisonnement par frittage des métaux.

#### Zéolites

Ils peuvent être régénérés relativement facilement en utilisant des procédés tels que le chauffage pour éliminer les matières adsorbées, l'échange d'ions avec du sodium pour éliminer les cations ou des variations de pression pour éliminer les gaz adsorbés. Toutefois, ils ne sont pas régénérés ex-situ parce que leur structure est, dans la plupart des cas, endommagée, et que, les pores risquent d'être contaminés avec des métaux lourds ou d'autres poisons de catalyseurs, en fonction de l'application.

### **Charbon actif usagé**

La plupart des installations industrielles tendent à envoyer le charbon usagé hors de leur site en vue de sa régénération par un grand fabricant de charbon centralisé. Les quantités de charbon épuisé émanant de sources industrielles (textiles, produits des raffineries, fabriques de tapis, industrie des matières plastiques, résines phénoliques, herbicides explosifs, détergents, solvants, teintures) tout en étant raisonnablement importantes, n'atteignent pas celles obtenues avec la purification de l'eau potable. Il ressort des discussions avec divers régénérateurs de charbon que le traitement de l'eau fournit la plus grande source de charbon épuisé. Les systèmes d'adsorption à charbon actif s'utilisent dans un large éventail d'applications, et peuvent contenir

potentiellement un cocktail de polluants adsorbés. Les contaminants que l'on trouve dans les charbons actifs épuisés sont généralement les suivants :

- chlore
- DCO/DBO
- pesticides
- substances organiques en vrac conférant une couleur, un goût et/ou une odeur (c'est-à-dire acides humiques)
- substances organiques générales telles que le phénol
- métaux tels que le fer, l'aluminium, le cadmium et le mercure
- éléments inorganiques tels que le calcium et le phosphore
- teintures (à l'origine de la couleur)
- détergents
- phénols
- explosifs (uniquement dans les matières issues de la fabrication des explosifs).

Les produits à base de charbon actif sont fondamentalement disponibles sous trois formes : charbon actif extrudé, charbon actif en grain et charbon actif en poudre. Cette dernière forme n'est pas régénérée.

### Résines ioniques usagées

Une grande proportion des résines commercialisées dans le monde entier est utilisée dans le traitement de l'eau (c'est-à-dire pour adoucir l'eau). Le reste est divisé entre les traitements chimiques, la métallurgie d'extraction et l'industrie alimentaire et pharmaceutique.

Les résines échangeuses d'ions opérationnelles peuvent concentrer des ions toxiques tels que des ions chromates et cyanures ou des métaux lourds. En raison de la prédominance des applications destinées au traitement de l'eau, elles peuvent également contenir des pesticides, du chlore, du phénol et des éléments inorganiques tels que le calcium, le sodium, le manganèse et le phosphore.

En règle générale, les résines échangeuses d'ions traditionnelles sont sous forme de billes, et se comportent comme des roulements à billes en plastique lorsqu'on les manipule. Elles contiennent des sites à activité ionique sur la totalité de leur structure, ont une activité répartie de manière uniforme et peuvent habituellement résister à une rupture provenant d'un choc de manutention ou d'un choc osmotique (c'est-à-dire d'un changement rapide de l'environnement de la solution). La plupart des billes commercialisées ont une taille allant de 40 µm à 1,2 mm.

### Traitement des déchets issus de l'industrie photographique

Paramètre	Concentration (mg/l)	
Hydrocarbures	6 000	Emission à l'étape d'évaporation (déchets du développement des photos couleurs)
EOX	10	
Inhibition de la respiration	5 %	
Métaux (Zn, Ni, Pb, Cr, Mo)	50	
Ag	50/100	Déchets du développement des photos noir et blanc/couleurs
Cd	1,0	
Cu	25	
Hg	1,0	

**Tableau 3.81 : Critères d'acceptation pour les déchets liquides désargentés de l'industrie photographique et pour les eaux résiduelles similaires (filière de traitement identique)**  
[156, VROM, 2004]

### 3.4.2 Consommations des traitements des déchets visant à obtenir une matière recyclée

#### Consommations du re-raffinage des huiles usagées

En dehors du transport, les principaux frais généraux incompressibles concernent la génération de vapeur d'eau pour chauffer les huiles usagées.

Procédé	Composés utilisés dans le cadre du procédé	Consommations (valeurs en kg/tonne d'huiles usagées sauf spécifications autres)
Procédé avec traitement à l'acide/argile	Acide sulfurique comme agent de précipitation des métaux lourds. Argile comme agent de filtration/neutralisation	36
Pré-traitement de l'huile usagée	Désémulsifiants pour faciliter le processus de sédimentation	
Procédé avec distillation/traitement à l'argile	Argile	40
Désasphaltage au propane (PDA)	La consommation d'énergie est supérieure à celle d'une régénération par traitement chimique ou par hydrogénation.	
Procédé avec évaporation en couche mince (TFE) + argile	Argile	60
TFE + hydrofinissage	Hydrogène et catalyseurs	
TFE + extraction au solvant	Solvant	
TFE + traitement chimique + extraction au solvant	Energie Soude caustique Solvant	3,2 MJ/kg d'huile usagée 10 0,3
TFE + extraction au solvant + hydrofinissage	Catalyseur hydrogène Mohawk Chemical Hydrogène gazeux	0,25 12 2
Désasphaltage thermique (TDA) + traitement à l'argile	Argile	100
TDA + hydrofinissage (à pression élevée)	Catalyseur	0,5
Désasphaltage au propane (PDA) + hydrofinissage (à moyenne pression)	Propane	8,25
Avec traitement thermique à l'argile	Ressources en énergie fossile	4,26 MJ/kg d'huile usagée
Avec hydrofinissage	Energie	9,93 MJ/kg d'huile usagée
Distillation sous vide + traitement chimique	Consommation de combustibles fossiles Energie primaire Consommation d'eau	47 kg équiv. pétrole brut 2 681 MJ 3 300
Procédé de régénération	Ressources en énergie fossile	42,46 MJ/kg d'huile
Traitement à la soude caustique et aux terres de décoloration (ENTRA)	Soude caustique Terre de décoloration	30 20
Hydrogénation par contact direct (DCH)	Hydrogène Catalyseur	70 Nm <sup>3</sup> /t 0,5

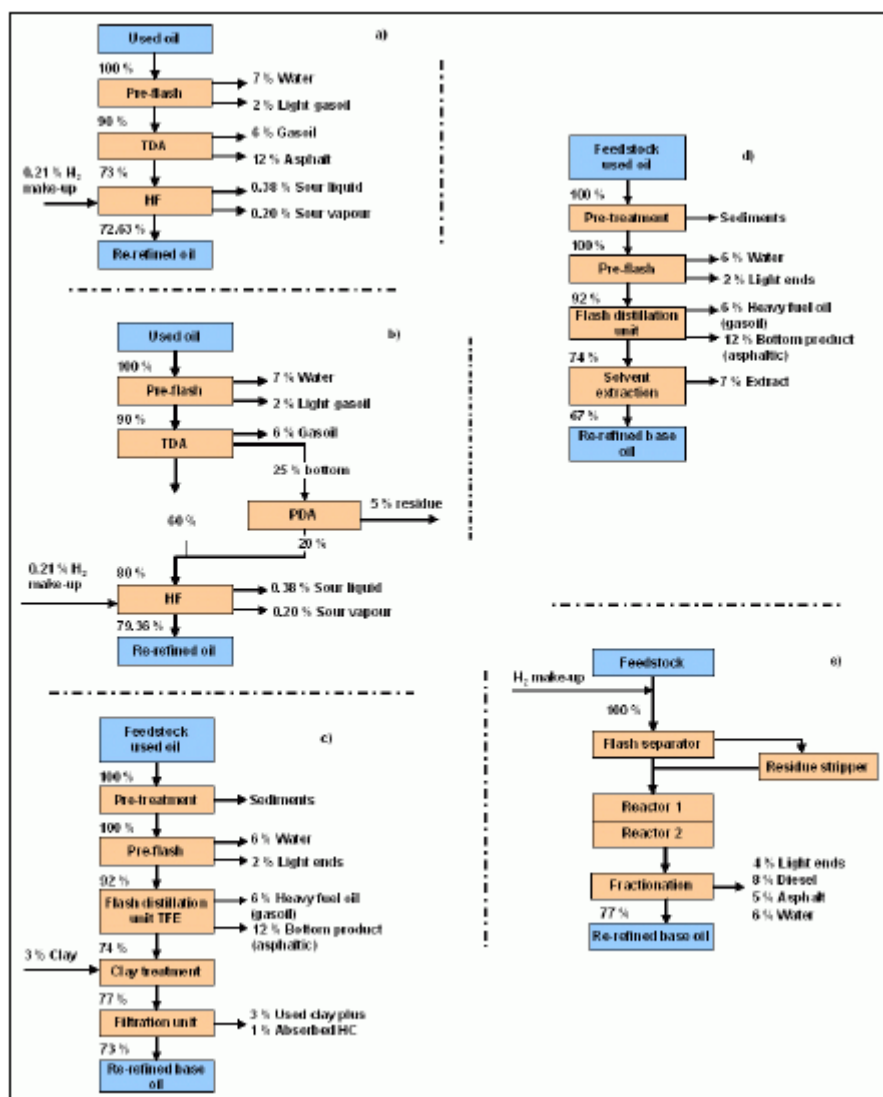
**Tableau 3.82 : Consommations des différentes techniques de re-raffinage des huiles usagées**  
[6, Springs Oil Recovery Inc., 2000], [7, Monier et Labouze, 2001], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

Le Tableau 3.83 présente les consommations pour le re-raffinage d'une partie de l'huile usagée en huiles de base qui peuvent ensuite être réutilisées comme huiles de lubrification, conjointement à la régénération du reste d'huiles usagées en mazout.

	Consommations	Unités
<b>Aspects économiques</b>		
Frais d'investissement pour l'installation de traitement	4,85 (36)	Millions d'EUR (DKK)
Maintenance	0,094 (0,7)	Millions d'EUR (DKK) par année
Période de fonctionnement	20	Années
Main d'œuvre	10	Nombre de personnes
Ressources utilisées		
Produits chimiques	291,5	tonnes
Eau	8 000	m <sup>3</sup>
Electricité	1 150	MWh
Mazout	1 200	m <sup>3</sup>
Base : 26 000 tonnes d'huiles usagées collectées annuellement converties en huiles de base (8 000 tonnes), mazout (12 000 tonnes) et asphalte (4 000 tonnes)		

**Tableau 3.83 : Consommations des activités de re-raffinage des huiles usagées**  
[12, Birr-Pedersen, 2001]

La Figure 3.5 est un schéma de principe représentant une comparaison entre les entrées et les sorties des différents procédés de re-raffinage.



a)

Used oil

Huile usagée



Re-refined oil	Huile re- raffinée
Pre-flash	Prédistillation
TDA	TDA
HF	HF
0,21 % H <sub>2</sub> Make up	0,21 % Appoint H <sub>2</sub>
7 % Water	7 % Eau
2 % Light gasoil	2 % Mazout domestique
6 % Gasoil	6 % Gasoil
12 % Asphalt	12 % Asphalte
0,38 % Sour liquid	0,38 Liquide acide
0,20 % Sour vapour	0,20 % Vapeur acide

b)

Used oil	Huile usagée
Re-refined oil	Huile re- raffinée
Pre-flash	Prédistillation
TDA	TDA
PDA	PDA
HF	HF
0,21 % H <sub>2</sub> Make up	0,21 % Appoint H <sub>2</sub>
7 % Water	7 % Eau
2 % Light gasoil	2 % Mazout domestique
6 % Gasoil	6 % Gasoil
25 % bottom	25 % Fond
5 % residue	5 % Résidu
0,38 % Sour liquid	0,38 Liquide acide
0,20 % Sour vapour	0,20 % Vapeur acide

c)

Feedstock used oil	Stock d'alimentation en huile usagée
Re-refined base oil	Huile de base re-raffinée
Pre-treatment	Pré-traitement
Pre-flash	Prédistillation
Flash distillation unit TFE	Unité de distillation éclair TFE
Clay treatment	Traitement à l'argile
Filtration unit	Unité de filtration
3 % clay	3 % Argile
Sediments	Sédiments
6 % Water	6 % Eau
2 % Light ends	2 % Fractions légères
6 % Heavy fuel oil (gasoil)	6 % Mazout lourd (gasoil)
12 % Bottom product (asphaltic)	12 % Produits des fonds (asphaltiques)
3 % Used clay plus 1 % Absorbed HC	3 % Argile utilisée plus 1 % HC absorbé

d)

Feedstock used oil	Stock d'alimentation en huile usagée
Re-refined base oil	Huiles de base re-raffinée
Pre-treatment	Pré-traitement
Pre-flash	Prédistillation
Flash distillation unit TFE	Unité de distillation éclair TFE
Solvent extraction	Extraction au solvant
Sediments	Sédiments
6 % Water	6 % Eau
2 % Light ends	2 % Fractions légères
6 % Heavy fuel oil (gasoil)	6 % Mazout lourd (gasoil)
12 % Bottom product (asphaltic)	12 % Produits des fonds (asphaltiques)
7 % Extract	7 % Extrait

e)

Feedstock	Stock d'alimentation
Re-refined base oil	Huile de base re-raffinée
Flash separator	Séparateur flash
Residue stripper	Strippeur de résidu
Reactor 1	Réacteur 1
Reactor 2	Réacteur 2
Fractionation	Fractionnement
H <sub>2</sub> make up	Appoint H <sub>2</sub>
4 % Light ends	4 % Fractions légères
8 % Diesel	8 % Diesel
5 % Asphalt	5 % Asphalte
6 % Water	6 % Eau

**Figure 3.5 : Entrées et sorties du traitement de re-raffinage**

**Remarque :** a) TDA/HF, b) TDA/PDA/HF, c) traitement TFE/argile, d) TFE/solvant, e) DCH  
 HF=Hydrofinissage. % représente la quantité correspondant à ce flux pour 100 % d'huiles usagées entrant dans le système

[36, Viscolube, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

Le Tableau 3.84 présente les consommations d'un système TDA et d'un système TDA combiné à un système PDA.

Système TDA/HF traditionnel						
Consommation et utilités	PF	TDA	HF		Total	Unité
Consommation électrique	1,5	12	20		33,5	kWh
Vapeur MP	285	322	70		677	kg
Eau de refroidissement (appoint) <sup>(1)</sup>	1,1	5	0,3		6,4	tonne
Combustible (chaleur absorbée)	/	670	711		1 380	MJ
Hydrogène	/		2,1		2,1	kg
Catalyseurs	/		0,2+0,05 <sup>(2)</sup>		0,20+0,05 <sup>(2)</sup>	tonne
Appoint de propane						kg
Système de récupération élevé						
Consommations et utilités	PF	TDA	HF	PDA	Total	Unité
Consommation électrique	1,5	12	20	13	46,5	kWh
Vapeur MP	285	322	70	135	812	kg
Eau de refroidissement (appoint) <sup>(1)</sup>	1,1	5	0,3	4	10,4	tonne
Combustible (chaleur absorbée)		670	711	920	2 300	MJ
Hydrogène			2,1			kg
Catalyseurs			0,2+0,05 <sup>(2)</sup>		0,2+0,05 <sup>(2)</sup>	tonne
Appoint de propane				0,8	0,8	kg

<sup>(1)</sup> Basé sur une perte par évaporation de 10 %  
<sup>(2)</sup> Catalyseur de déméthallisation + catalyseur de raffinage  
 Remarque : Consommation basée sur une capacité de 100 kt/an d'huiles usagées, avec 10 % de teneur en eau. Tous les paramètres sont exprimés en unité/tonne d'huile usagée.  
 HF : Hydrofinissage, PDA : désasphaltage au propane, TDA : désasphaltage thermique, PH : Prédistillation, MP : pression moyenne

**Tableau 3.84 : Valeurs de consommations du système TDA et du système TDA combiné à un système PDA**

[66, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

Capacité	t/an	2 001	4 600	6 824	15 000	17 171	19 960	46 208	90 500
Consommation de combustible	GJ/an		19 146	33 486	40 671	54 751	16 705	405 883	
Consommation électrique	MWh/an	345	225	1 200	1 380	2 024	655	9 215	
Consommation de chaleur	MWh/an	157			0	15 208			
Eau	M3/an	617		80 000	9 848	9 929	1 557	407 000	2 213 000
Refroidissement	MJ/an				44 000				
Electricité/capacité de l'installation	kWh/t	172,4	48,9	175,8	92	117,9	32,8	199,4	
Chaleur/capacité de l'installation	kWh/t	78,5				885,7			

**Tableau 3.85 : Consommations exprimées à partir de diverses installations de re-raffinage des huiles usagées dans l'Union européenne**  
[66, TWG, 2003]

### Consommations de la régénération des solvants usagés

Le Tableau 3.86 présente des données de consommation concernant deux installations en fonctionnement dans l'Union européenne. Les autres données faisaient état de consommations énergétiques inférieures à 1 GJ/tonne.

Paramètre de consommation	Unités		
Capacité	kt	12	27,5
Combustible gaz	GJ/an	19 651	
Consommation de combustible	GJ/an		31 628
Electricité	MWh/an	1 571	2 984
Eau	m <sup>3</sup> /an	19 000	40 776

**Tableau 3.86 : Consommations de deux traitements de régénération des solvants usagés**  
[66, TWG, 2003], [130, UBA, 2003]

### Consommations de la régénération des catalyseurs usagés

Le Tableau 3.87 présente un bilan matière globale pour un exemple de régénération. Presque 375 t de catalyseurs ont été valorisées en vue de leur réemploi.

Bilan matière globale	Valeurs en kg	
Matières telles que reçues		620 982
Support inerte	27 099	
Poussières et fines non régénérées	9 569	
Matières totales non régénérées envoyées au régénérateur		584 314
Matières courtes issues du tri en fonction de la longueur et des poussières et fines régénérées	37 191	
Perte au feu	172 143	
Catalyseur régénéré net		374 980

**Tableau 3.87 : Bilan massique de la régénération commerciale d'un catalyseur CoMo**  
[125, Ruiz, 2002]

### Consommations dans le cadre du traitement des déchets solides photographiques

La consommation électrique pour le déchiquetage, le lavage/rinçage et l'électrolyse est comprise entre 100 et 300 kWh/t de déchets de film. En fonction du procédé de récupération de l'argent, des produits adjuvants sont utilisés. Ils sont présentés dans le Tableau 3.88.

Désargentage par blanchiment-fixage	Désargentage au chlorure de fer
Hydroxyde de sodium (20 %) : 6 l/t de film	Chlorure de fer (40 %) : 11 l/t film
Acide sulfurique : 6 l/t film	Acide chlorhydrique (36 %) : 8 l/t film
Bisulfite de sodium : 12 l/t film	Sulfite de sodium : 12 l/t film

**Tableau 3.88 : Quantités de produits adjuvants utilisés pour le désargentage des films photographiques**  
[156, VROM, 2004]

### Consommations du traitement des déchets liquides photographiques

#### Consommation d'énergie

L'électricité requise pour l'électrolyse va de 12 à 46 kWh/t de déchets liquides photographiques. La consommation d'électricité dépend de la teneur en fer. Pour le blanchiment-fixage, la consommation est plus élevée en raison d'une teneur en fer plus élevée. L'ultrafiltration nécessite approximativement 27 kWh<sub>e</sub> et 13 MJ/t de déchets liquides pour le chauffage de l'eau de rinçage. La consommation électrique pour l'élimination chimique de l'argent est estimée à 3,5 kWh/t de déchets liquides photographiques.

La consommation d'énergie pour l'évaporation est approximativement de 220 MJ/t d'eaux résiduelles. En présence d'un pré-traitement par évaporation, dans le cas d'eaux résiduelles du développement des photos couleurs, la consommation d'énergie est approximativement de 350 MJ/t d'eaux résiduelles. L'électricité nécessaire pour l'électrofloculation, dans le cadre d'un désargentage supplémentaire, est approximativement de 80 kWh/t d'eaux résiduelles. Un traitement physico-chimique et biologique supplémentaire nécessite approximativement 5 kWh<sub>e</sub>/t d'eaux résiduelles.

#### Consommation de produits chimiques

Le Tableau 3.89 présente la consommation des produits chimiques pour la précipitation/ultrafiltration des sulfures contenus dans les déchets liquides photographiques.

Produit chimique	Consommation (kg/t de déchets de développement photographique)	Fonction
Sulfure de sodium (40 %)	0,1	Précipitation de l'argent (et des autres métaux)
Acide citrique	0,7	Nettoyage des membranes
Hydroxyde de sodium	0,01	Nettoyage des membranes
Détergents	0,01	Nettoyage des membranes
eau	75	Nettoyage des membranes

**Tableau 3.89 : Consommation de produits chimiques pour la précipitation/ultrafiltration des sulfures**  
[56, VROM, 2004]

Pour l'élimination chimique de l'argent, la consommation de produits chimiques est estimée à 1,5 litres de borohydrure de sodium et 2,5 litres de produits sulfuriques par tonne de déchets liquides photographiques.

Dans le traitement physico-chimique des déchets liquides désargentés photographiques, plusieurs produits chimiques sont utilisés. Leurs consommations sont représentées dans le Tableau 3.90. En présence d'un pré-traitement par évaporation, pratiquement aucun produit chimique n'est consommé dans les étapes de traitement ultérieur. La plupart des contaminants ont déjà été éliminés dans l'étape d'évaporation.

Produit chimique	Consommation (kg/t d'eaux résiduelles)	Commentaires
Hydroxyde de sodium (33 %)	0,007	
FeCl <sub>3</sub>	0,003	
Poudre de charbon	0,5	
Floculant	5	Dans le cas d'un désargentage

Na <sub>2</sub> S (40 %)	15	Dans le cas d'un désargentage
--------------------------	----	-------------------------------

**Tableau 3.90 : Consommation de produits chimiques dans le traitement des déchets liquides désargentés photographiques**  
[156, VROM, 2004]

### 3.4.3 Emissions émanant des traitements de déchets visant à obtenir une matière recyclée

#### 3.4.3.1 Emissions provenant du re-raffinage des huiles usagées

Afin d'évaluer les émissions émanant du re-raffinage des huiles usagées, il est nécessaire de tenir compte de plusieurs questions :

- les huiles de lubrification usagées contiennent des substances organiques à chaîne plus courte que les nouvelles huiles de lubrification et en conséquence les COV devront vraisemblablement être pris en considération
- le soufre et le chlore sont des composés « à problème » connus, présents dans les huiles usagées
- les composés aromatiques sont en règle générale plus polaires que les molécules aliphatiques et ils sont en conséquence plus susceptibles d'être présents dans la phase aqueuse.

La plage des opérations du secteur du traitement des huiles est étroite. En conséquence ce secteur est le plus à même de répondre à un procédé générique de calcul des émissions, si les constituants de l'huile peuvent être identifiés. Les différents polluants et les milieux dans lesquels ils peuvent être trouvés sont détaillés ci-après. Certains tableaux ont été établis pour attirer l'attention sur les polluants (Tableau 3.91 et Tableau 3.92) tandis que d'autres se concentrent sur les activités susceptibles d'entraîner une pollution (Tableau 3.93).

Espèces	Air	Eau	Déchet et sol
<i>Composés organiques</i>			
Benzène	Oui – Quelques données, mais difficile de les répartir entre air/eau/sol	Oui – Quelques données, mais difficile de les répartir entre air/eau/sol. Composé polaire	Oui – Quelques données mais difficile de les répartir entre air/eau/sol
Ethyl benzène (COV)	Aucune donnée disponible	Oui – (sous la forme de BTEX)	Oui (sous la forme de BTEX)
Toluène		Oui – Quelques données mais difficile de les répartir entre air/eau/sol	Oui – Quelques données mais difficile de les répartir entre air/eau/sol
Xylènes	Oui – Quelques données mais difficile de les répartir entre air/eau/sol	Oui – Quelques données mais difficile de les répartir entre air/eau/sol	Oui – Quelques données mais difficile de les répartir entre air/eau/sol
COV	Oui – Quelques données incomplètes, mais il est difficile de les répartir entre air/eau/sol. Les alcanes à chaîne inférieure sont susceptibles de passer dans l'air. Comme l'huile usagée contient habituellement des fractions légères telles que l'essence, il existe une possibilité d'émissions de COV à partir du stockage	Les BTEX en particulier sont des molécules polaires, mais également volatiles et qui sont présentes dans la phase aqueuse et/ou qui s'évaporent dans l'air.	

Espèces	Air	Eau	Déchet et sol
	(réservoir et tuyauterie associée) pour chaque procédé considéré. Le comportement des huiles qui subissent un chauffage et une agitation génère des émissions de COV.		
Naphtalène		Quelques données disponibles	Quelques données disponibles
Biphényle		Données limitées, parfois inadaptées	Données limitées
Phénol	Aucune émission dans l'air n'est prévue en raison de sa trop forte solubilité dans l'huile et dans l'eau.	Pertinent mais aucune donnée	Pertinent mais aucune donnée
Composés soufrés et azotés	L'augmentation progressive des additifs à base de soufre et d'azote dans les huiles de lubrification pourraient rendre nécessaire leur surveillance par les sites.		Présent dans les boues d'huiles usagées
PCB et solvants chlorés : identifiés actuellement dans certaines analyses		Les solvants et les composés plus légers sont éliminés lors de la déshydratation. En règle générale, les coupes de naphta et de distillat léger sont éliminées par distillation, en aval de l'installation de traitement principal. Si les flux d'hydrocarbures sont envoyés dans un hydrotraiteur, il est possible d'éliminer les chlorures.	Boues d'huiles usagées
HAP. Ils constituaient, autrefois, un problème dans les huiles de base re-raffinées. Toutefois, des tests récents indiquent qu'il est possible de les éliminer pendant le procédé de régénération des installations modernes, et d'éviter ainsi leur accumulation. Les HAP sont détruits par une hydrogénation intense qui élimine également l'azote, le soufre, les métaux et les chlorures.	Le rejet dans l'air des HAP, pendant les procédés de traitement des huiles, est peu probable. Les HAP ne sont pas des composés volatils, et ils ne sont considérés comme des agents carcinogènes présents dans l'air que parce qu'ils sont rejetés en tant que produit de combustion des combustibles fossiles. Il existe un risque potentiel d'émission de HAP pendant le traitement des filtres à huile. La plupart des filtres sont broyés à un moment ou un autre, ce qui produit un léger	Pertinent mais aucune donnée	Les HAP lourds dans les installations de régénération vont dans le flux de résidu et/ou les assemblages d'asphalte. Les HAP plus légers demeurent dans les coupes d'huile de lubrification. Présence possible de HAP dans les boues d'huile usagée. Pertinent mais aucune donnée.

Espèces	Air	Eau	Déchet et sol
	brouillard d'huile. Il peut y avoir une hotte et un évent de mise à l'air libre, mais il s'agit d'un mécanisme potentiel de rejet des HAP dans l'air et l'huile contenue dans les filtres à huile a une concentration très importante en matières particulaires et par conséquent en HAP. Ceci peut être sans grande importance car ce sont les particules les plus petites qui sont susceptibles de former un rejet dans l'air. Le comportement des huiles soumises à un chauffage et à une agitation peut générer des émissions de HAP.		
<i>Autres polluants de l'air</i>			
CO <sub>2</sub> émanant de nombreux procédés de combustion			
Odeur	Les émissions d'odeur constituent un problème important identifié dans les installations de re-raffinage.		
<i>Paramètres relatifs à l'eau et aux déchets, en règle générale</i>			
Azote total		Additifs azotés et phosphorés	Additifs azotés et phosphorés
Phosphore total		Additifs azotés et phosphorés	Additifs azotés et phosphorés
COT		Calculé à partir de la DCO comme égal à 1/3 de la DCO	Indisponible sauf calcul réalisé à partir de la teneur en huile mais ceci sera trop faible (ou DCO)
Chlorure		Additifs dans l'huile et sel utilisé sur les routes	Additifs dans l'huile et sel utilisé sur les routes
Huile		L'huile proprement dite est un polluant visuel lorsqu'elle flotte sur l'eau, et l'eau de boisson a rapidement un goût d'huile.	Boues des huiles usagées
<i>Métaux</i>			
Métaux			Les métaux des procédés de régénération se trouvent principalement dans les coupes de résidu. Les métaux volatils sont éliminés par le réacteur de garde d'hydrotraitement, le cas échéant. Présence possible également dans



Espèces	Air	Eau	Déchet et sol
			les boues d'huile usagée.
Arsenic	Non prévu	Quelques données disponibles	Quelques données disponibles
Cadmium	Non prévu	Quelques données disponibles, mais contestées	Quelques données disponibles, mais contestées
Chrome	Non prévu	Quelques données disponibles	Quelques données disponibles
Cuivre	Non prévu	Données limitées	Données limitées
Plomb	Non prévu	Quelques données disponibles, mais contestées	Quelques données disponibles, mais contestées. Dans les options de re-raffinage, le plomb finira inclus dans les résidus lourds et se retrouve donc « prisonnier » d'un produit de type bitume
Manganèse	Non prévu		
Nickel	Non prévu	Oui, mais aucune donnée	Oui, mais aucune donnée
Zinc	Non prévu	Certaines données disponibles	Quelques données disponibles

**Tableau 3.91 : Emissions courantes des installations de traitement des huiles usagées**  
 [5, Concawe, 1996], [6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [14, Ministry for the Environment, 2000], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003]

Le Tableau 3.92 ci-après présente la manière dont les composants des huiles usagées répartissent les émissions entre air, égouts et produits. Comme on peut le voir, la plupart des contaminants restent dans l'huile régénérée, sauf les COV qui constituent la principale exception : il existe en effet une possibilité pour qu'ils soient rejetés dans l'air, la quantité rejetée dépendant du type d'huile et du chauffage éventuel de l'huile pendant le traitement.

Substances en entrée	Traitement à chaud			Traitement à froid		
	Air	Produits	Eau	Air	Produits	Eau
Benzène	0,6	0,3	0,1	0,2	0,7	0,1
Toluène	0,3	0,7	0	0,1	0,9	0
Xylènes	0,1	0,8	0,1		0,9	0,1
Naphtalène		1			1	
Biphényle		1			1	
Benz(a)anthracène		1			1	
Benzo(a)pyrène		1			1	
Heptane	0,2	0,8			1	
Octane	0,1	0,9			1	
Nonane		1			1	
Décane		1			1	
Undécane		1			1	
Arsenic		1			1	
Cadmium		1			1	
Chrome		1			1	
Cuivre		1			1	
Plomb		1			1	
Nickel		1			1	
Zinc		1			1	

Remarque : Les chiffres correspondent à la répartition des substances dans les flux sortants. Par exemple, pour chaque kilo de benzène entrant dans le traitement à chaud, 0,6 kg sont rejetés dans l'air, 0,3 kg vont dans l'huile et 0,1 kg dans les eaux résiduaires. 1 signifie que l'entrée en totalité va dans la sortie concernée.

**Tableau 3.92 : Tableau de répartition des espèces en entrée, dans les flux d'air, d'huile et d'eau pour les traitements à chaud et à froid [56, Babbie Group Ltd., 2002]**

Activité/installation	Emissions des sources ponctuelles		
	Dans l'air	Dans l'eau	En décharge
Déchiquetage des filtres	Brouillard d'huile		
Séparation magnétique	Brouillard d'huile		
Dépotage/déchiquetage des fûts	Brouillard d'huile		
Déchargement des citernes	Dégazage des réservoirs		
Filtration grossière	Brouillard d'huile		
Stockage en vrac	Dégazage des réservoirs. Les événements des réservoirs sont rarement reliés entre eux. Les événements des réservoirs rejettent « l'air » contenu dans le réservoir lorsqu'il est déplacé pendant le remplissage du réservoir. Il est peu probable que ce rejet transporte une pollution importante sauf si le contenu des réservoirs a été chauffé ou est agité	Eau clarifiée (décantée) par le biais d'un traitement	Boue décantée
Décantation des huiles à froid	Dégazage des réservoirs	Eau clarifiée (décantée) par le biais d'un traitement	Boue décantée
Décantation des huiles à chaud	Dégazage des réservoirs	Eau clarifiée (décantée) par le biais d'un traitement	Boue décantée
Tamis vibrant	Brouillard et vapeur		Boues
Filtres fermés			Éléments usagés et boue
Tours à bauxite			Bauxite épuisée
Déshydratation sous vide	Vapeur (par le biais des épurateurs - laveurs)		
Assemblage des produits	Dégazage des réservoirs		
Stockage/décantation des boues pompées	Dégazage des réservoirs		
Sédimentation des effluents à froid	Dégazage des réservoirs		
Sédimentation des effluents à chaud	Dégazage des réservoirs		
Traitement des effluents biologiques	Air d'aération		
Filtre-presse			Gâteau de filtration
Séparateur à plaques		effluent	Boues décantées
Stockage et chargement des boues/solides traités mécaniquement			Déchets solides mixtes
Chaudière à huile usagée	Emissions des cheminées		
Déchet ancien des intercepteurs	Étant donné qu'ils proviennent des surfaces pavées où ils ont déjà été exposés à l'air, ils auront probablement déjà émis tout ce qu'ils sont		

	capables d'émettre dans l'air à ce stade sauf s'ils sont chauffés pendant le traitement		
Dans de nombreux sites il se produit un écoulement accidentel des huiles sur la dalle du site pendant le déchargement ou pendant le stockage ou le transfert des matières sur le site. La dalle du site est généralement conçue pour retenir les écoulements de liquides et les renvoyer à l'installation, mais il se produit inévitablement une évaporation dans l'air.			

**Tableau 3.93 : Principales sources d'émission dans les installations de recyclage des huiles**  
**[56, Babbie Group Ltd, 2002], [150, TWG, 2004]**

Le tableau ci-après identifie les émissions dans l'air, dans l'eau ainsi que les déchets solides générés pour chaque type de traitement d'huile usagée. Dans certains cas, les émissions sont quantifiées.

Procédés	Emissions (valeurs en kg/tonne d'huile usagée sauf spécification différente)		
	Air	Eau	Sol et résidus
Séparation de l'huile du flux d'eau	Peut produire une gamme d'autres émissions telles que métaux, naphtalène, azote supplémentaire, toluène, xylènes et HAP	Peut produire une gamme d'autres émissions telles que métaux, naphtalène, toluène, xylènes et HAP	Peut produire une gamme d'autres émissions telles que métaux, naphtalène, toluène, xylènes et HAP.
Blanchissage. Recyclage en boucle fermée des huiles industrielles	Les émissions émanant du procédé de régénération des huiles sont comprises entre 20 et 40 mg/m <sup>3</sup> de COV pendant le chauffage. 262 kg de COV ont été rejetés par rapport à 100 mg/Nm <sup>3</sup> et 10 t/an (limites)	Eaux résiduaires	Le blanchissage peut être considéré comme un système en boucle fermée (parce qu'il génère très peu, voire aucune huile usagée). Le gâteau boueux de filtration contaminé contient de 20 à 30 % d'huile. Ce flux de déchet est retraité avec de la chaux vive et rendu apte à une co-combustion dans une cimenterie. L'acceptabilité d'une technique, qui utilisait une argile connue sous le nom de « terre de Fuller » pour éliminer les contaminants, est en cours de disparition car les conditions d'élimination en décharge sont de plus en plus drastiques. Cette technique est toujours utilisée en Nouvelle Zélande, mais l'élimination de l'argile contaminée risque de devenir problématique. Les rejets dans le sol sont : gâteau de filtration comprenant des solides et des fines métalliques (< 100 t/an par rapport à une limite admise de 600 t/an) et dans certains cas de boues de solvant chloré. 80 à 85 % des fûts sont recyclés tandis que d'autres sont mis à la ferraille
Récupération des lubrifiants industriels		Eaux résiduaires provenant des procédés de déshydratation	
Distillation sous	La distillation		Tous les métaux contenus dans

Procédés	Emissions (valeurs en kg/tonne d'huile usagée sauf spécification différente)		
	Air	Eau	Sol et résidus
vide	sous vide des huiles usagées produit des composés soufrés, des mercaptans (odorants) et des HAP (dont certains peuvent être carcinogènes)		l'huile usagée vont dans le résidu sous vide. Ce résidu peut être assemblé avec un résidu sous vide brut dans une proportion permettant son utilisation en tant que composant du bitume
Distillation/traitement à l'argile			Production de grandes quantités d'argile ayant absorbé de l'huile qui doivent être éliminées. L'argile activée à température élevée permet un plus faible rapport argile/huile, ce qui augmente le rendement global et réduit la quantité d'argile huileux à éliminée
Evaporateur à couche mince (TFE) + traitement à l'argile		Eau : 90	Argile : 50 à 60 Bitume (métaux et additifs) : 130 Boue et fractions légères : 35 Ce procédé produit des résidus (à éliminer)
Traitement à l'acide/argile			<p>Ce procédé produit de grandes quantités de boues et de solides devant être éliminées. Ces boues (goudrons acides) sont très acides et contiennent des concentrations élevées de HAP, d'acide sulfurique et de composés soufrés, ainsi que la plupart des métaux provenant des huiles usagées. Ces goudrons sont inaptes à une mise en décharge en raison de leurs propriétés physiques et chimiques. Il est parfois possible de remédier à cette dernière contrainte par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• distribution de la boue acide avec l'argile huileuse, sous une forme granulaire, à des usines de ciment ou à des sous-traitants</li> <li>• incinération, mais les gaz doivent être traités avec de la soude caustique et les eaux résiduelles obtenues doivent faire l'objet d'un traitement. Ce traitement de neutralisation génère en quantité autant de déchets inactifs que la quantité de goudrons acides traités</li> <li>• traitement pour produire de l'acide sulfurique ou du SO<sub>2</sub>. L'argile utilisée (4 % en poids du stock d'alimentation + huile absorbée) doit également être incinérée par un procédé identique à celui décrit ci-</li> </ul>

Procédés	Emissions (valeurs en kg/tonne d'huile usagée sauf spécification différente)		
	Air	Eau	Sol et résidus
			dessus.
Distillation sous vide + traitement chimique ou traitement à l'argile			L'argile utilisée et les produits chimiques utilisés doivent être éliminés en toute sécurité. La filière habituelle consiste à les faire brûler dans des cimenteries ou dans un incinérateur de déchets chimiques.
Distillation sous vide et hydrotraitement	Emissions communes à tous les procédés traitant des produits huileux		L'élimination des catalyseurs d'hydrotraitement épuisés doit être réalisée par une société spécialisée en la matière, habituée à gérer ce type de problème. Le résidu produit par l'étape de distillation sous vide est semblable à de l'asphalte et peut être commercialisé. Les combustibles extraits dans l'étape de « de-fuelling » peuvent aussi être utilisés sur site ou commercialisés. Le catalyseur utilisé est un catalyseur au nickel-molybdène et est soit recyclé par une fonderie de nickel soit mis en décharge.
TFE + hydrofinissage		Eau : 90	Boue et fractions légères : 30 Soufre : 35 Bitume : 130
TFE + extraction au solvant		Eau : 90	Boue et fractions légères : 30 Extrait : 60 Bitume : 130
TFE + extraction au solvant + hydrofinissage		Eau : 65	Boue et fractions légères : 20 Soufre : 4 Bitume : 160
TDA (désasphaltage thermique) + traitement à l'argile		Eaux résiduaires : 770	Fractions légères / solvants : 35 Argile : 130 Bitume (métaux et additifs) : 120
TDA + hydrofinissage (à pression élevée)		Eaux résiduaires : 770	Fractions légères / solvants : 35 Catalyseur épuisé : 0,5 Bitumes : 120
PDA (désasphaltage au propane) + hydrofinissage (à moyenne pression)		Eaux résiduaires : 770	Fractions légères / solvants : 30 Bitumes : 130
Distillation sous vide + traitement chimique	1116 kg équiv. CO <sub>2</sub> 2,8 kg équiv. SO <sub>2</sub> COV : 0,04 kg équiv. C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 3,6 g de matières particulaires	0,0011 kg équiv. de phosphates dans l'eau	Déchets à éliminer : 24 Déchets à valoriser : 33
Distillation et traitement aux alcalins (Vaxon-Cator)		Aucun. Recyclage en produits	Faible
Extraction au solvant et distillation (Sener-Interline)		Les rejets dans l'eau proviennent du séparateur d'eau/ résidu	Aucune
Hydrogénation par contact direct		Eaux résiduaires : 60	Bitumes : 50 Catalyseur épuisé : 0,75

Procédés	Emissions (valeurs en kg/tonne d'huile usagée sauf spécification différente)		
	Air	Eau	Sol et résidus
(DCH)			
Évaporateur à couche mince (TFE)		L'eau du procédé, l'eau décantée provenant des réservoirs de stockage et l'eau de ruissellement contaminée sont traitées dans la station d'épuration des effluents. Cela pose un problème pour le site en ce que l'eau a une DCO très élevée qui peut varier de 40 000 à 100 000 mg/l par rapport à une limite de rejet admise de 80 000 mg/l. Les matières présentes sont des glycols, des polyglycols, des esters et des glycérols	Lé résidu de l'évaporateur à couche mince (TFE) est extrait alors qu'il est toujours mobile et assemblé avec d'autres mazouts secondaires qui sont également produits sur site. La plupart des constituants organométalliques des additifs finissent dans le résidu, de sorte que leur destination ultime est un mazout secondaire libéré dans l'air sous la forme de produits de combustion. Il existe une dilution élevée du résidu dans le mazout secondaire formé et le mélange satisfait aux spécifications du mazout.  D'autres résidus, qui comprennent les boues des réservoirs de stockage et des stations d'épuration des effluents, sont éliminés du site et centrifugés pour permettre la récupération de l'huile. Le résidu solide de ce procédé est ensuite mis en décharge.
Traitement à la soude caustique et aux terres de décoloration (ENTRA)		Eaux résiduaires : 60	Terre de blanchiment, soude caustique et résidu : 150
Centre de transfert des huiles usagées		Eaux résiduaires : 102	Boue et solides : 2,13 Acier déchiqueté : 85
Traitement des huiles de transformateur			Catalyseur de bauxite épuisé Fûts et palettes non retournés
Traitement des déchets des intercepteurs d'huile. Huiles de coupe solubles, déchets des cabines de peinture à l'eau, déchets des ravines et des lixiviats		Eaux résiduaires : 1 613	Boue pompable : 47 Saletés extraites des réservoirs et des citernes et criblées : 43
Re-raffinage de l'huile de lubrification <sup>1</sup>	CO <sub>2</sub> : 123 SO <sub>2</sub> : 1,04 NO <sub>x</sub> : 0,35	Eaux résiduaires : 84	Déchets des produits chimiques/huile-boue : 0,088
Huiles des solvants usagés et eaux contenant des hydrocarbures		Eaux résiduaires : 444	Solides et boue : 171
Traitement des mélanges huile-eau et lixiviats		Effluents : 1 042	Gâteau de filtration et boue : 55
Intégration dans une raffinerie d'huile minérale	Sous couvert de réaliser un traitement		Les métaux sont encapsulés dans l'asphalte, de ce fait, la lixiviation des métaux sera extrêmement

Procédés	Emissions (valeurs en kg/tonne d'huile usagée sauf spécification différente)		
	Air	Eau	Sol et résidus
	adéquat des huiles usagées pour éliminer l'eau et les fractions légères et pour réduire la teneur en chlorure organique, les émissions sont celles générées habituellement dans une raffinerie (voir BREF sur les raffineries)		faible. Toutefois, certains problèmes de détérioration de l'installation par corrosion et de perte de l'activité du catalyseur de craquage doivent être résolus avant de pouvoir envisager cette solution comme une option viable.
Intégration dans une partie lubrifiant d'une raffinerie	Possibilité de rejet dans l'air de matières particulaires, de soufre, d'halogénures, de métaux lourds et de leurs oxydes		La plupart des additifs des huiles de lubrification sont au niveau le plus bas dans cette coupe. Les métaux contenus dans le résidu après le procédé d'extraction au solvant sont toujours lixiviables. Leur élimination dans l'asphalte serait susceptible d'entraîner des problèmes, particulièrement en hiver, lorsque le marché est susceptible de ralentir. Cette coupe n'est pas adaptée à un assemblage avec des mazouts lourds, non seulement pour avoir échoué aux tests de filtration mais également pour des raisons environnementales. Les extraits aromatiques qui sont contaminés avec du chlore sont réputés être éliminés en dehors de la raffinerie.
Régénération	Equivalent CO <sub>2</sub> (équival. kg CO <sub>2</sub> /kg d'huile) 3,19 Potentiel d'acidification (équival. g H <sup>+</sup> /kg d'huile) 0,06 Emissions de COV (g/kg d'huile) : 9,05 Emissions de CO (g de CO/kg d'huile) 9,74	DCO (g DCO/kg d'huile) : 35,02	Déchets (g/kg d'huile) : 411
Traitement chimique + distillation + HF			
<sup>1</sup> Les calculs ont été réalisés sur un traitement /utilisation annuelle de 26 000 tonnes d'huile usagée déshydratée et avec une production de 8 000 tonnes d'huile de base, 12 000 tonnes de mazout et 4 000 tonnes d'asphalte			

**Tableau 3.94 : Questions environnementales soulevées par différentes techniques de re-raffinage des huiles usagées**



[6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [7, Monier et Labouze, 2001], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [12, Birr-Pedersen, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [14, Ministry for the Environment, 2000], [42, UK, 1995], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [139, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

### Emissions dans l'air

Les émissions dans l'air sont partiellement contrôlées sur certains sites mais non contrôlées sur d'autres. L'existence d'émissions de COV est connue. Bien que le système de lubrification soit un système semi fermé, il n'est pas étanche au gaz, c'est pourquoi il est prévisible que des gaz volatils auront été évaporés par ébullition et auront quitté le système à des températures de fonctionnement normales.

Des systèmes de réduction de la pollution permettant de réduire les émissions d'huiles dans l'air sont en place dans certaines installations. Sur d'autres sites, l'excès de concentration d'huile dans les bâtiments est simplement mis à l'air libre par des ventilateurs d'extraction, et tous les réservoirs ont des événements de mise à l'air libre.

La plupart des installations acceptent la présence d'un problème d'odeur émanant de l'huile. Le contrôle des odeurs dans de telles installations nécessite un niveau élevé d'attention et de contrôle de gestion. Les odeurs sont généralement générées pendant le stockage, en d'autres termes, les problèmes d'odeur surviennent lorsqu'on laisse ouvertes les trappes au-dessus de tous les bassins de décantation et réservoirs de stockage des huiles, ou encore dans les tamis vibrants ouverts.

Aucun chiffre admis d'une manière générale comme étant fiable n'a été trouvé pour la concentration des contaminants dans l'air émis par les procédés de re-raffinage des huiles usagées. Toutefois, le Tableau 3.95 présente quelques répartitions matricielles.

Activité	Filtres à huile	Fûts d'huile de 25 litres	Fûts d'huile de 205 litres	Huile moteur usagée en vrac	Huile industrielle usagée	Huile et eaux (intercepteurs)	Mazouts	Huiles isolantes
Déchargement des conteneurs de filtre								
Stockage des conteneurs de filtre								
Broyage des filtres								
Déchiquetage des filtres	*							
Séparation magnétique	*							
Déchargement des fûts de 205 litres								
Stockage des fûts de 205 litres								
Dépotage des fûts de 205 litres								
Déchargement des fûts de 25 litres								
Stockage des fûts de 25 litres								
Dépotage/déchiquetage des fûts de 25 litres		*						
Déchargement des citernes								
Filtration grossière								
Stockage en vrac								
Décantation des huiles froides								
Décantation des huiles chaudes				*	*			
Distillation				*	*			
Tamis vibrant								
Centrifugation								

Tours à bauxite								*
Déshydratation sous vide								*
Assemblage des produits								
Stockage/décantation des boues pompées								
Incinération des effluents				*	*	*	*	
Décantation des effluents froids								
Décantation des effluents chauds				*	*	*	*	
Traitement biologique des effluents				*	*	*	*	
Clarification des effluents								
Réservoir de compensation des effluents								
Séparateur à plaques								
Stockage des boues/solides traités mécaniquement et manutention								
Chaudière à huile usagée				*	*	*	*	
Remarque : Les blocs gris indiquent les émissions probables et les astérisques indiquent les emplacements dont on pense qu'ils constituent les plus grandes sources d'émissions								

**Tableau 3.95 : Matrice des émissions dans l'air de tous les procédés courants dans les installations de régénération des huiles et des solvants**  
[56, Babbie Group, 2002]

Capacité	t/an		6 824	15 000		17 171	46 208		90 500	
Fumées générées		Million Nm <sup>3</sup> /an			14,89			175,4		210,5
Oxygène	%			4		7,4	3		10	
CO <sub>2</sub>	t/an						24 000			
PM	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an	4	0		4,23	11,17	1 960	28,4	
SO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an	14	4 000	60 000		529,7	92 910	4,2	884
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an	63,7			90	225,8	39 610	802,5	168 891
COT	mg/Nm <sup>3</sup>			0					3	
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an	501,6	0		193	7,4	1 300	18,9	3 978
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an		0		2,8	1,5	263	0,8	
HF	mg/Nm <sup>3</sup>			0					0,08	
Total des métaux	mg/Nm <sup>3</sup>			0					0,423	
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>			0					0,026	
Cd+Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an		0			0,0008	0	0,0008	
HAP	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an	0,0008	0			8E-07	0,000175	0,0008	
PCB	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an		0			8E-07	0		
Chlorobenzènes	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an		0			0,08	0		
PCDD/PCDF	ngTEQ/Nm <sup>3</sup>	g/an		0			0,008	0,00175	8	
CFC	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/an		0			0	0		
Odeur	EU O.U/Nm <sup>3</sup>			0						
Bruit	dB(A)			75			55			
Remarque : Pour les installations ne comportant qu'une colonne, les chiffres correspondent à la colonne concentration										

**Tableau 3.96 : Emissions dans l'air émanant de plusieurs installations de re-raffinage des huiles usagées fonctionnant dans l'Union européenne**  
[66, TWG, 2003]

#### Emissions dans l'eau

Les émissions dans l'eau sont généralement bien documentées, en raison des réglementations et de la mise en vigueur de limites concernant les déversements dans les égouts d'eaux résiduelles ou l'élimination par des filières alternatives. Les quantités d'effluents déversés sont habituellement bien connues.

Les déversements font l'objet de prélèvements réguliers, qui fournissent des données de surveillance permettant de calculer les émissions de radicaux sur le programme d'analyse. Les sites gérant de gros volumes d'eau et qui ont un déversement constant vers le réseau d'égout font l'objet de prélèvements quotidiens ; ceux où le volume d'eau est petit tendent à faire l'objet de test par lots avant chaque déversement. Le Tableau 3.97 et le Tableau 3.98 présentent les concentrations pour les paramètres de l'eau et une matrice des émissions dans l'eau, générées par le re-raffinage des huiles usagées.

Paramètres de l'eau	Eaux contenant des hydrocarbures <sup>2</sup> (mg/l)	Eau du procédé <sup>2</sup> (mg/l)	Concentration des effluents (mg/l)
Température			25° C
pH			7,8
Couleur			claire
DCO <sup>1</sup> (COT)	120	17 000	20 – 20 000
Huile/graisse			< 10
Hydrocarbures			5 – 15
Agents tensioactifs anioniques			0,2 – 0,5
Agents tensioactifs non anioniques			1,0 – 2,0
Total des agents tensioactifs			1,2 – 2,5
Benzène			364
Toluène			1 306
Phénols	1,5	180	0,2 – 0,4
Naphtalène			283
Solvants chlorures (divers)			309 – 666
1,2 dichloroéthane			< 1,0
Hexachlorobutadiène			< 0,001
Hexachlorobenzène			< 0,001
1,2,4 trichlorobenzène			< 0,001
Divers PCB			< 0,001
Benz(a)anthracène et benzo(a)pyrène			Tous deux inférieurs à 0,02
Ammoniac			4,0 – 6,0
Solides en suspension			< 400
Chlorure			
Azote total			
Phosphore total			0,05 – 0,2
Total des métaux :			< 10
• Aluminium			< 0,5
• Arsenic			3,4
• Baryum			80
• Cadmium			< 0,01 – 0,34
• Chrome			10
• Cuivre			
• Fer			< 0,6
• Plomb			271
• Zinc			250
<sup>1</sup> En partie des émulsifiants et des détergents			
<sup>2</sup> Paramètres des eaux résiduelles envoyés en traitement biologique après un traitement de type stripping			

**Tableau 3.97 : Paramètres des eaux résiduelles provenant de différents procédés de re-raffinage des huiles usagées**

[42, UK, 1995], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [66, TWG, 2003]

Activité	Huile moteur usagée, en vrac	Huiles industrielles usagées	Eaux mélangées à de l'huile (intercepteur s)	Mazouts	Huiles isolantes

Décantation des effluents à froid	*	*	*	*	*
Décantation des effluents à chaud	*	*	*	*	*
Traitement biologique des effluents	*	*	*	*	*
Clarification des effluents	*	*	*	*	*
Filtre-presse des boues des effluents	*	*	*	*	*
Réservoirs de compensation des effluents	*	*	*	*	*
Séparateur à plaques	*	*	*	*	*

**Tableau 3.98 : Matrice des émissions dans l'eau pour tous les procédés courants dans les installations de recyclage des huiles et des solvants**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Capacité	t/an	6824	15000	17171	19960	46208	90500
Eaux résiduaires générées	m <sup>3</sup> /an		1 800		6 180	298 287	375 000
Eaux résiduaires générées /capacité de l'installation	m <sup>3</sup> /t		0,12		0,3096	6,4553	4,1436
Solides en suspension	mg/l kg/an				931	6 860	22,99
COT	mg/l kg/an					1490	4,99
BDO <sub>5</sub>	mg/l kg/an	4 000	7 200				13 300
DCO	mg/l kg/an	8 000	14 400	300	27 703	25 650	85,99
Hydrocarbures	mg/l kg/an	0,18				430	1,44
Phénols	mg/l kg/an	0,4	0	0,8	42,58	14	0,04
AOX	mg/l kg/an					0	0
BTX	mg/l kg/an	0,4				0	0
Azote total (sous forme de N)	mg/l kg/an					10 000	0,033
Nitrite N (NO <sub>2</sub> -N)	mg/l kg/an					180	0,6
CN, sans	mg/l kg/an					0	0
Sulfure (sans)	mg/l			1			
Total F	mg/l						
Total P	mg/l kg/an					2 980	9,99
Total des métaux	mg/l	0,56					
Al	mg/l kg/an	0,08				476	1,6
Fe	mg/l kg/an	0,08				952	3,2
As	mg/l kg/an	0,08				116	0,4
Cr, total	mg/l kg/an	0,08				952	3,2
Cr (VI)	mg/l kg/an	0,08				44	0,16
Cu	mg/l kg/an	0,08				92	0,32
Hg	mg/l kg/an	0,08				1,12	0,004
Ni	mg/l kg/an	0,08				476	1,6
Pb	mg/l kg/an	0,08			0,291	68	0,24
Zn	mg/l kg/an	0,08			1,276	236	0,8

Remarque : Lorsqu'il existe une seule colonne pour une capacité donnée, elle fait référence à des valeurs de concentration

**Tableau 3.99 : Emissions dans l'eau provenant de différentes installations de re-raffinage en fonctionnement dans l'Union européenne**  
[66, TWG, 2003]

### Déchets solides et rejets dans le sol

Les boues sont généralement testées afin de déterminer leur teneur en métaux, en huile et en humidité. Ces tests sont moins fréquents que les tests des déchets aqueux destinés aux systèmes d'égouts. Le Tableau 3.100 et le Tableau 3.101 présentent les concentrations des paramètres d'eau et la matrice des émissions dans l'eau générées par le re-raffinage des huiles usagées.

Type de déchets	Paramètres des déchets				
	Métaux	Humidité	HC et COT	Composés S	Autres
Boues	Présence de	X	X	X	

	quelques métaux toxiques				
Boues des fonds de réservoirs			X		
Matières particulaires solides provenant des filtres	X		X		HAP et PCB
Déchets des intercepteurs	X	Faible	X		Phosphates, HAP, solides sans rapport avec les lubrifiants
Filtres à huile nettoyés	X				

**Tableau 3.100 : Types de déchets générés dans les procédés de re-raffinage des huiles usagées**  
[42, UK, 1995], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [66, TWG, 2003]

Activité	Fûts d'huile de 25 litres	Fûts d'huile de 205 litres	Huiles moteur usagées en vrac	Huiles industrielles usagées	Eaux mélangées à l'huile (intercepteurs)	Mazouts	Huiles isolantes
Stockage en vrac			*	*	*	*	*
Décantation de l'huile à froid			*	*	*	*	*
Décantation de l'huile à chaud			*	*	*	*	*
Distillation			*	*	*	*	*
Tamis vibrant			*	*	*	*	*
Centrifugation			*	*	*	*	*
Filtres fermés			*	*	*	*	*
Filtres-presses des boues des effluents			*	*	*	*	*
Stockage et manutention des boues/solides traités mécaniquement	*	*	*	*	*	*	*

**Tableau 3.101 : Emissions dans le sol de tous les procédés courants dans les installations de recyclage des huiles et des solvants**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Le Tableau 3.102 présente les critères de performances environnementales des différents systèmes de traitement extraits d'une enquête de l'industrie. L'enquête comporte un examen approfondi de tous les chiffres présentés dans le tableau. Chaque chiffre représente la valeur absolue attribuée à un système de traitement donné, concernant un critère spécifique, et estimant les performances du système par rapport à d'autres systèmes pour ledit critère.

Procédé	Critères au plan de l'environnement				
	Composés S	Métaux	Produits émanant d'une combustion incomplète + COV	Réemploi des matières	Réemploi de l'énergie

Blanchissage. Recyclage en boucle fermée (Réemploi)	1	1	3	1	5
Re-raffinage chimique sans distillation	2	2	3	1	5
Re-raffinage avec distillation	1	1	1	1	5
Assemblage avec « résidu sous vide » d'une raffinerie	5	3	4	5	1
Remarque :	Composés S : destination ultime des composés S provenant des huiles usagées Métaux : destination ultime des métaux provenant des huiles usagées Produits résultant d'une combustion incomplète + COV : émission de COV ou de produits d'une combustion incomplète (CO, HAP, suie, dioxines, furannes, etc.) provenant des huiles usagées Valeurs : 1 meilleures performances, 5 plus mauvaises performances – sur une échelle relative				

**Tableau 3.102 : Evaluation des performances environnementales de plusieurs activités de Réemploi et re-raffinage**  
**[11, Jacobs et Dijkmans, 2001]**

### 3.4.3.2 Emissions émanant de la régénération des solvants usagés

Le principal problème du secteur de la récupération des solvants réside dans les émissions organiques volatiles résultant de la récupération des solvants usagés. Les émissions gazeuses acides et de matières particulaires peuvent aussi provenir des opérations de valorisation des solvants.

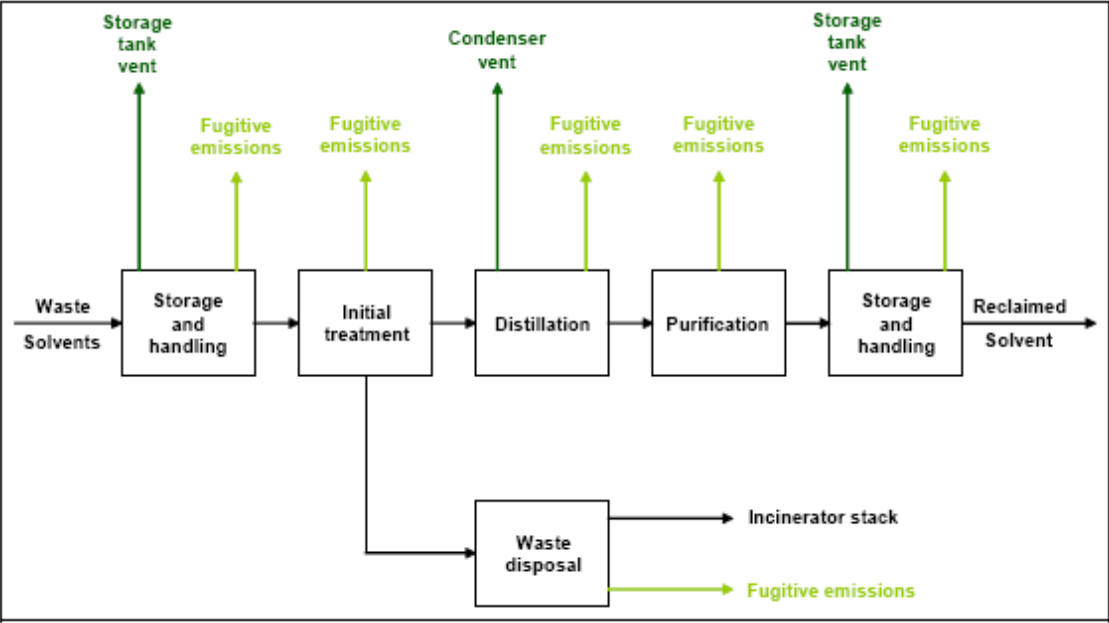
Les émissions gazeuses acides comprennent essentiellement du chlorure gazeux, du fluorure d'hydrogène (acide fluorhydrique) et des oxydes de soufre. Etant donné que l'opération présentant la principale source de gaz acides et de matières particulaires émanant de l'industrie de valorisation des solvants est celle de l'incinération, cette question sera traitée dans le BREF sur l'incinération. Les émissions des cheminées des incinérateurs sont constituées de contaminants solides qui sont oxydés et rejetés sous forme de matières particulaires, d'imbrûlés organiques et de gaz de cheminées.

Dans les opérations de récupération des solvants, les flux de fonds de colonne comprennent des organiques telles que des déchets huileux et des boues ou un résidu aqueux. Si l'eau est traitée sur site, des boues ou d'autres déchets peuvent être créés. D'autres émissions peuvent provenir des conteneurs mis au rebut ou des échantillons, des résidus de lavage des cuves ou d'une volatilisation dans l'air. Certains résidus et certaines boues sont extraits à chaud des distillateurs et mis en fûts où on les laisse refroidir et se solidifier. On peut ensuite les en retirer pour les soumettre à un traitement supplémentaire ou les mettre en décharge. Dans les systèmes industriels, il peut y avoir des traces d'impuretés, qui proviennent des inhibiteurs, des dénaturants ou du rinçage des installations ; ces impuretés peuvent entraîner des problèmes, en particulier lorsque l'on utilise des techniques de distillation azéotropiques.

Les points d'émissions comprennent les événements des réservoirs de stockage, les événements des condensateurs, les cheminées des incinérateurs et les pertes fugitives. Les émissions de COV émanant des fuites des équipements, des sources de solvants à l'air libre (par ex. soutirage de boue et stockage de matières provenant des opérations de distillation et de traitement initial), chargement des solvants et écoulements accidentels de solvants sont cataloguées comme des émissions fugitives.

Les activités de manutention, de distillation ou de purification peuvent entraîner des écoulements accidentels de solvants. Les écoulements accidentels de matières sur le sol peuvent se propager sur toute une zone, se vaporiser puis se traduire par des émissions dans l'air, dans l'eau ou dans le sol. Les émissions provenant de situations accidentelles graves telles que des écoulements accidentels doivent aussi faire l'objet d'une estimation.

Les rejets dans l'air peuvent provenir d'un certain nombre de sources, y compris de vapeurs non-condensables émanant des opérations de distillation/fractionnement, et des pertes par respiration émanant des réservoirs de stockage et des événements d'extractions locales (LEV) situés en des points de manutention ou de désenfûtage des matières. Il est prévisible que les concentrations d'émissions devraient être élevées sauf en ce qui concerne celles provenant de sources telles que les événements LEV. Les concentrations et les types de composés émis peuvent varier significativement. Les débits des colonnes de fractionnement en continu fonctionnant sous vide dans des conditions régulières sont généralement très faibles (1 à 10 m<sup>3</sup>/heure). Toutefois, lorsqu'elles sont collectées ensemble, les flux d'émissions peuvent atteindre 500 m<sup>3</sup>/heure. Lorsque des systèmes LEV sont reliés à des équipements de réduction de la pollution, les débits peuvent augmenter de manière significative de même que la dilution des gaz rejetés. Pour minimiser la taille des équipements de réduction de la pollution, on a tout intérêt à séparer le procédé et les événements LEV.



Storage tank vent	Event du réservoir de stockage
Condenser vent	Event du condensateur
Storage tank vent	Event du réservoir de stockage
Fugitive emissions	Emissions fugitives
Fugitive emissions	Emissions fugitives
Fugitive emissions	Emissions fugitives
Fugitive emissions	Emissions fugitives
Fugitive emissions	Emissions fugitives
Waste solvents	Solvants usagés
Storage and handling	Stockage et manutention
Initial treatment	Traitement initial
Distillation	Distillation
Purification	Purification
Storage and handling	Stockage et manutention
Reclaimed solvent	Solvant récupéré
Waste disposal	Elimination des déchets
Incinerator stack	Cheminée d'incinérateur

Figure 3.6 : Exemple de schéma de régénération des solvants usagés avec points d'émission [129, Cruz-Gomez, 2002]

Activité/installation	Emissions			Emissions accidentelles
	dans l'air	dans l'eau	en décharge	



Activité/installation	Emissions			Emissions accidentelles
	dans l'air	dans l'eau	en décharge	
Déchargement des conteneurs de filtres				Drainage, écoulement accidentel et déversements (éclatements) sur le sol
Stockage des conteneurs de filtre				Ecoulement accidentel dans le sol
Broyage des filtres				Ecoulement accidentel dans le sol
Déchiquetage des filtres	Brouillard d'huile			Ecoulement accidentel dans le sol
Séparation magnétique	Brouillard d'huile			Ecoulement accidentel dans le sol
Déchargement des fûts de 205 litres				Ecoulement accidentel dans le sol
Stockage des fûts de 205 litres				Ecoulement accidentel dans le sol
Dépotage des fûts de 205 litres				Ecoulement accidentel dans le sol
Déchargement des fûts de 25 litres				Ecoulement accidentel dans le sol
Stockage des fûts de 25 litres				Ecoulement accidentel dans le sol
Dépotage/déchiquetage des fûts de 25 litres	Brouillard d'huile			Ecoulement accidentel dans le sol
Déchargement des citernes	Dégazage des réservoirs			Ecoulement accidentel dans le sol
Filtration grossière	Brouillard d'huile			Ecoulement accidentel dans le sol
Stockage en vrac	Dégazage des réservoirs	Eau décantée (par le biais d'un traitement)	Boue décantée	Ecoulement accidentel dans le sol
Décantation des huiles à froid	Dégazage des réservoirs	Eau décantée (par le biais d'un traitement)	Boue décantée	Ecoulement accidentel dans le sol
Décantation des huiles à chaud	Dégazage des réservoirs	Eau décantée (par le biais d'un traitement)	Boue décantée	Ecoulement accidentel dans le sol
Distillation	Dégazage et émissions fugitives			Ecoulement accidentel dans le sol
Tamis vibrant	Brouillard et vapeur		Boue	Ecoulement accidentel dans le sol
Centrifugation				
Filtres fermés			Eléments usagés et boue	Ecoulement accidentel dans le sol
Tours à bauxite			Bauxite épuisée	Ecoulement accidentel dans le sol
Déshydratation sous vide	Vapeur (par le biais des épurateurs)		Ecoulement accidentel dans le sol	
Assemblage des produits	Dégazage des réservoirs			Ecoulement accidentel dans le sol

Activité/installation	Emissions			Emissions accidentelles
	dans l'air	dans l'eau	en décharge	
Stockage/décantation des boues pompées	Dégazage des réservoirs			Ecoulement accidentel dans le sol
Incinération	Emissions des cheminées (NO <sub>x</sub> , CO, VOC, HCl, SO <sub>2</sub> , etc.)			
Décantation des effluents à froid	Dégazage des réservoirs			Ecoulement accidentel dans le sol
Décantation des effluents à chaud	Dégazage des réservoirs			Ecoulement accidentel dans le sol
Traitement des effluents biologiques	Air d'aération			
Clarification des effluents				
Filtre-presse			Gâteau de filtration	
Réservoir de compensation des effluents				Ecoulement accidentel dans le sol
Séparateur à plaques		Effluents		Ecoulement accidentel dans le sol
Stockage et manutention des boues /solides traités mécaniquement			Déchets solides mixtes	
Chaudière à huile usagée	Emissions des cheminées			

**Tableau 3.103 : Principales sources d'émission et matrices des émissions émanant des installations de recyclage des huiles et des solvants**  
[56, Babtie Group Ltd, 2002], [150, TWG, 2004]

Paramètre	Valeur de concentration	Unités de concentration	Valeur de charge	Unités de charge
Emissions dans l'air				
Fumées générées			14 400 000	Nm <sup>3</sup> /an
Oxygène	6	%		
CO <sub>2</sub>			1 268 018	kg/an
CO	49	mg/Nm <sup>3</sup>	700	kg/an
SO <sub>2</sub>	86,9	mg/Nm <sup>3</sup>	850	kg/an
NO <sub>x</sub>	44,1	mg/Nm <sup>3</sup>	635	kg/an
COT	540	mg/Nm <sup>3</sup>	237	kg/an
Emissions dans l'eau				
Eaux résiduaires			2 969	m <sup>3</sup> /an
Solides en suspension	16	mg/l	47,5	kg/an
DCO	534	mg/l	1 585	kg/an
Phénols	0,08	mg/l		kg/an
AOX	0,25	mg/l	0,742	kg/an
Total N (sous forme de N)	16	mg/l	47,5	kg/an
Total P	0,43	mg/l	1,27	kg/an
Sulfure (sans)	0,08	mg/l		kg/an
Remarque : Capacité de l'installation : 27,5 kt/an				

**Tableau 3.104 : Emission dans l'air et dans l'eau provenant d'une installation de régénération de solvant de l'Union européenne**

[66, TWG, 2003]

Pendant le stockage et la manutention ainsi que pendant le procédé de distillation, des hydrocarbures sont rejetés dans l'air. L'émission d'hydrocarbures ( $C_xH_y$ ) par le procédé de distillation est estimée à 0,5 kg/t de solvants usagés.

Certains solvants contaminés contiennent de l'eau. Après déshydratation, la fraction aqueuse contient des traces de solvant. Cette fraction aqueuse peut aller d'une quantité négligeable jusqu'à un maximum de 5 à 10 % en poids. Elle est purifiée dans une station d'épuration des eaux résiduaires puis déversée.

La quantité de fond de distillation dépend de la composition du solvant usagé. En moyenne, cette quantité est estimée à 25 % de la quantité traitée.

### 3.4.3.3 Emissions émanant de la régénération des catalyseurs usagés

Le fait de connaître la source du catalyseur usagé permet souvent de disposer de données sur les émissions potentielles dues à la présence d'acides, d'huiles, de contaminants organiques (susceptibles de produire des PCDD pendant les procédés de fusion), etc. Ceci a une influence directe sur les émissions potentielles dans l'air, dans l'eau et dans le sol.

L'état physique du catalyseur usagé peut également avoir une influence sur les émissions (par ex. les émissions de matières particulaires dépendent de la taille des particules du catalyseur usagé, de la teneur en huile, etc.). Le Tableau 3.107 présente certaines émissions potentielles émanant de différentes installations de régénération des catalyseurs.

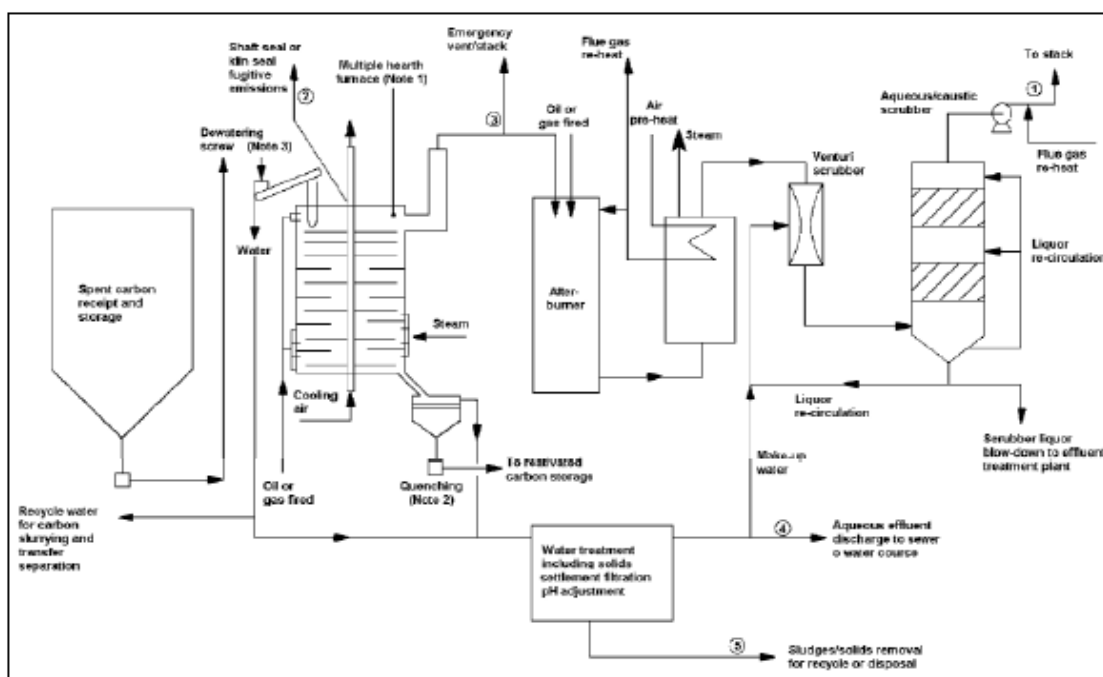
Polluants de l'air	En provenance de
<b>Matières particulaires</b>	Emissions fugitives
SO <sub>2</sub>	
NO <sub>x</sub>	
COV	
Dioxines	
Métaux	
<b>Polluants de l'eau</b>	
Solides en suspension	
Huile	
COT	
Métaux	
<b>Déchets solides</b>	
Huile	
Métaux	
Poussière	par ex. en provenance des systèmes de réduction de pollution
Conditions de référence des fumées : gaz sec, 6 % d'O <sub>2</sub>	

**Tableau 3.105 : Emissions potentielles présentes dans différents régénérateurs de catalyseur**  
[125, Ruiz, 2002]

### 3.4.3.4 Emissions émanant du nettoyage et de la régénération du charbon

Les principales questions environnementales liées à la régénération thermique du charbon actif concernent en tout premier lieu les effluents gazeux tels que le dioxyde de carbone. Les gaz acides et les pesticides peuvent constituer un problème en l'absence de mesures de contrôle telles que des dispositifs de post-combustion et/ou des épurateurs-laveurs.

La Figure 3.7 est un schéma d'un procédé de régénération du charbon actif générique, incluant les voies de rejet présentées dans le Tableau 3.106.



Spent carbon receipt and storage	Réception et stockage du charbon épuisé
Dewatering screw (Note 3)	Vis de déshydratation (Remarque 3)
Shaft seal or klin seal fugitive emissions	Emissions fugitives des joints d'étanchéité de l'arbre ou du four
Water	Eau
Cooling air	Air de refroidissement
Oil or gas fired	Alimenté à l'huile ou au gaz
Multiple hearth furnace (Note 1)	Four à soles multiples (Remarque 1)
Steam	Vapeur
Quenching (Note 2)	Refroidissement des gaz par pulvérisation d'eau (Remarque 2)
To rearivared carbon storage	Vers stockage charbon actif régénéré
Emergency vent/stack	Cheminée/ Event d'urgence
Oil or gas fired	Alimenté à l'huile ou au gaz
Afterburner	Dispositif de post-combustion
Water treatment including solids settlement filtration pH adjustment	Traitement de l'eau incluant sédimentation des solides, filtration, ajustement du pH
Flue gas re-heat	Réchauffage des gaz d'évacuation (fumées)
Air pre-heat	Pré-chauffage de l'air
Steam	Vapeur
Venturi scrubber	Tube venturi
Liquor re-circulation	Re-circulation liqueur
Make-up water	Eau de complément
Aqueous effluent discharge to sewer o water course	Déversement des effluents aqueux dans les égouts ou dans les cours d'eau
Sludges/solids removal for recycle or disposal	Elimination des boues/ des solides pour recyclage ou élimination
Aqueous/caustic scrubber	Laveur-épurateur aqueux/caustique
To stack	Vers cheminée
Recycle water for carbon slurring and transfer separation	Recyclage eau pour suspension charbon et séparation par transfert
Liquor re-circulation	Recirculation liqueur
Scrubber liquor blow-down to effluent treatment plant	Liqueur épurateur vers station d'épuration des effluents

**Figure 3.7 : Schéma de principe d'une installation de régénération du charbon générique**  
[29, UK Environment Agency, 1996]

**Remarques:** Les numéros sur le schéma sont des numéros de référence de la première colonne du Tableau 3.106.

**Remarque 1 :** Illustration d'un four à sols multiples, mais il est également possible d'effectuer une réactivation thermique dans un four rotatif.

**Remarque 2 :** Le charbon sortant du four peut également être refroidi par d'autres moyens.

**Remarque 3 :** Il est possible d'utiliser d'autres techniques de déshydratation.

Les rejets dans l'environnement couramment associés à la régénération du charbon actif sont présentés dans le Tableau 3.106.

	Sources de rejet dans :	Poussière / solides	CO + CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	Halo gènes	Composés organiques ou produits d'oxydation partielle	Métaux, métalloïdes ou composés
1	Fumées du traitement d'épuration des fumées	A	A	A	A	A	A	A
2	Emissions fugitives des fuites de joint	A	A	A	A	A	A	A
3	Cheminée d'aération d'urgence (le cas échéant)	A	A	A	A	A	A	A
4	Déversement d'effluents aqueux	W					W	W
5	Boue de la station d'épuration des effluents						L	L
Remarque : Les rejets dans chaque milieu seront déterminés à un degré significatif par l'application pour laquelle le charbon a été utilisé, et par conséquent il est possible d'avoir des rejets de certaines substances dans l'eau et dans le sol								
Légende : A : Air, W : eau et L : résidus (sol)								

**Tableau 3.106 : Voies de rejet possibles des substances prescrites et d'autres substances éventuellement nuisibles**  
[29, UK Environment Agency, 1996]

Le Tableau 3.107 présente les émissions résultant de différentes installations de régénération.

Polluants de l'air	Concentration (mg/Nm <sup>3</sup> )
Matières particulaires	1-34
CO	< 3-160
NO <sub>x</sub> (comme NO <sub>2</sub> )	126-354
SO <sub>2</sub>	< 2-60
HCl	< 1-22
HF	< 1
COV (COT)	5-15
Dioxines et furannes PCDD et PCDF (TEQ)	< 0,01-0,18 ng/Nm <sub>3</sub>
Cd	< 0,05
Hg	< 0,05
Autres métaux lourds	0,1-0,5
Polluants de l'eau	Concentration (mg/l)
Solides en suspension	50-300
DCO	400
Simazine	0,001
Atrazine	0,001
TEQ (TCDD et TCDF)	0,28-0,4 ng/l
Al	30
Cd	0,0005
Hg	0,0001
Mn	30
Déchets solides	Composition

Parois réfractaires	
Déchets industriels généraux	
Boue émanant des bassins de sédimentation	Fines principalement carboneuses
Conditions de référence des fumées : gaz sec 6 % d'O <sub>2</sub>	

**Tableau 3.107 : Plage des émissions présentes dans les différents régénérateurs de charbon [42, UK, 1995]**

### Effluents liquides émanant des installations de régénération

L'eau est utilisée pour le transport du charbon actif sous forme de boue à destination et en provenance du régénérateur. Il s'ensuit une production d'effluents aqueux noirs qui doivent être clarifiés et recyclés. L'eau séparée de la boue contient des solides en suspension et probablement des substances préconisées (par exemple des pesticides) et elle est envoyée à la station d'épuration des effluents.

Le charbon activé à chaud propre est refroidi par voie sèche ou éteint dans de l'eau froide. Pour le système de refroidissement par voie humide, l'eau devient alcaline et doit être de ce fait dosée avec un acide. Cette eau doit être purgée du système pour éviter l'accumulation des sels minéraux, avec un apport d'eau fraîche/recyclée, comme nécessaire.

L'eau est également utilisée de manière intermittente en grande quantité pour laver en retour les trémies de stockage du charbon actif, à la fois pour éliminer les fines et pour niveler la surface supérieure du charbon actif. Il est nécessaire de prévoir un stockage d'eau suffisant pour que cette eau puisse être clarifiée et recyclée.

### Techniques permettant de contrôler les rejets dans le sol

Dans la régénération du charbon actif, la plupart des livraisons de charbon sont réalisées en citerne en vrac. Dans certaines circonstances, il est possible d'utiliser des fûts. Dans ce cas, les fûts doivent être reconditionnés et réutilisés pour minimiser l'élimination. Les autres déchets du procédé sont les boues ou les gâteaux de filtration provenant des filtres-presses ou des réservoirs de sédimentation dans une station d'épuration des effluents. En cas d'élimination dans le sol, le procédé d'élimination doit permettre de garantir que si le gâteau ou la boue ont été asséchés, il ne peut y avoir des poussières soufflées par le vent de matières particulaires fines de charbon. Les autres déchets comprennent les briques réfractaires et les revêtements en cas de réparations périodiques des fours et des fourneaux.

### 3.4.3.5 Emissions émanant de la régénération des résines échangeuses d'ions

Les rejets d'un procédé de cette nature sont peu nombreux et limités essentiellement à des rejets dans l'eau. Le Tableau 3.107 présente certaines émissions provenant de différentes installations de régénération.

Polluants de l'air	Origine	Concentration (mg/Nm <sup>3</sup> )
HCl	Remplissage d'un réservoir en vrac	< 5
Polluants de l'eau		Concentration (µg/l)
Débit des effluents <sup>2</sup>		5-10m <sup>3</sup> /h
Cd		< 0,5-3 <sup>1</sup>
Hg		0,86 <sup>1</sup>
Sn organique		< 0,3-2,0 <sup>1</sup>
Déchets solides		
Résines usagées		
Fines		
Filtres de contre-courant	Lorsque la résine est combinée à du charbon actif, en tant que filtre de protection ou filtre de contre-courant.	
Conditions de référence pour les fumées : gaz sec, 6 % d'O <sub>2</sub>		
<sup>1</sup> Valeurs correspondant à des valeurs pics		

<sup>2</sup> La régénération à la vapeur peut produire de grandes quantités d'effluents aqueux contaminés

**Tableau 3.108 : Plage des émissions présentes dans les différents régénérateurs de résines échangeuses d'ions**  
[41, UK, 1991], [42, UK, 1995]

### 3.4.3.6 Emissions émanant des traitements des acides et des bases usagés

Activité	Air	Eau	Sol et déchets
Traitement des déchets acides	Halogènes : HCl et HF NO <sub>x</sub>	Halogènes : HCl et HF	
Traitement de l'acide sulfurique	Oxydes de soufre		

**Tableau 3.109 : Emissions émanant des traitements des acides et des bases usagés**  
[55, UK EA, 2001]

### 3.4.3.7 Emissions émanant du traitement des déchets photographiques

#### Traitement des déchets photographiques solides

Lors du déchetage il se produit des émissions de poussières. Elles sont traitées avec un filtre à poussières. L'émission de poussières dans l'air s'élève à 2 à 5 mg/Nm<sup>3</sup>. La quantité est estimée à 29 g/t de déchets de film.

#### Traitement de déchets photographiques liquides

##### Emissions dans l'air

Le traitement des déchets de l'industrie photographique, en particulier des fixateurs, peut générer des émissions dans l'air d'ammoniac, d'acide acétique et de COV.

Les émissions des traitements physico-chimiques sont réduites en traitant l'air d'échappement dans un épurateur-laveur oxydant par voie humide. Les concentrations dans les gaz d'échappement de C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> sont approximativement de 600 mg/Nm<sup>3</sup> et de NH<sub>3</sub> < 2 mg/Nm<sup>3</sup>. Les émissions émanant du traitement biologique sont réduites par une surveillance et une régulation automatique en continu de l'apport d'air ou d'oxygène. Les émissions de C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> totales sont estimées comporter 20 g/t d'eaux résiduelles maximum.

Lors de l'évaporation, certains composés vont s'évaporer avec l'eau. La plupart d'entre eux vont se condenser. Les composés non condensés font l'objet d'un traitement biologique qui fonctionne comme un épurateur-laveur. Les émissions provenant de l'étape d'évaporation sont négligeables.

##### Emissions dans l'eau

Dans le Tableau 3.110, les émissions dans l'eau émanant des traitements physico-chimiques et biologiques sont présentées. Les déchets liquides désargentés de l'industrie photographique sont juste l'une des eaux résiduelles traitées. C'est pourquoi, les émissions présentées donnent une indication approximative des émissions possibles émanant du traitement de ce flux de déchets.

Composant	Emission (g/t d'eaux résiduelles)
Solides en suspension	9
Chlorure	29
Soufre	0,3
DCO	172
DBO	4
Total N (Kjeldahl)	351
Phosphore	2



**Tableau 3.110 : Emissions dans l'eau émanant du traitement des déchets photographiques liquides et d'autres eaux résiduaires**  
[156, VROM, 2004]

### 3.4.4 Déchets SORTANTS émanant des traitements de recyclage/régénération

Dans certains cas, les matières obtenues par ces traitements sont des produits commercialisables ne présentant que quelques différences mineures par rapport aux produits vierges.

#### Huiles usagées re-raffinées

La qualité de l'huile de base obtenue dépend du niveau de traitement appliqué, par exemple un traitement important impliquant un hydrotraitement est nécessaire si l'on souhaite éliminer de manière significative les HAP.

Les huiles usagées varient en fonction de l'origine et du type d'huiles collectées. Ces variations se reflètent dans les produits huiles de base provenant des installations de traitement à l'acide/argile, en termes de densité de viscosité, d'indice de viscosité, de niveau de soufre, etc. La variation de ces paramètres est moindre dans les produits des huiles de base provenant des unités de distillation sous vide/hydrotraitement, exception faite de la teneur en soufre. Les huiles de base re-raffinées par différents procédés et différentes installations de production varient fortement au plan de leurs caractéristiques.

Certaines technologies de re-raffinage permettent la production d'huiles de base de première qualité, c'est-à-dire d'huiles de base appartenant au moins au groupe I selon le classement des huiles de base API ; et en cas d'hydrotraitement intensif ou de finissage au solvant, des huiles de base du Groupe II (par ex. à des fins de « topping »). Les huiles de base produites par l'industrie de re-raffinage européenne aujourd'hui appartiennent au Groupe I. Les huiles de base du Groupe I sont des huiles minérales raffinées au solvant. Elles contiennent la plus grande quantité de molécules saturées et de soufre et possèdent les indices de viscosité les plus bas. Elles définissent la couche inférieure des performances du lubrifiant. Les huiles du Groupe I sont les moins onéreuses à produire. Elles représentent actuellement environ 75 % de l'ensemble des huiles de base incluant le gros des huiles de base « traditionnelles ».

Presque toutes les installations de re-raffinage des huiles usagées effectuent des tests afin de déterminer la teneur en chlore et la teneur en eau et habituellement la teneur en PCB. L'huile finale récupérée est analysée car elle doit être conforme aux spécifications de l'utilisateur final, mais toutes les installations de traitement des huiles usagées n'assemblent pas un produit final destiné à la vente ; toutes n'effectuent pas non plus de telles analyses. Le Tableau 3.111 présente un exemple d'analyse du produit fabriqué dans une installation de régénération des huiles usagées, où plusieurs degrés d'hydrotraitement sont réalisés afin d'obtenir trois types différents d'huiles de base (huile à broche, huile de lubrification fluide et très visqueuse).

Type de charge	Huile de lubrification à broche	Faible intensité*1	Forte intensité*2	Huile de lubrification fluide	Faible intensité *3	Forte performance*4	Huile de lubrification très visqueuse	Faible intensité *5	Forte intensité *6
Densité 15/4	0,8678	0,8606	0,8526	0,8767	0,8699	0,8604	0,8868	0,8786	0,8676
Viscosité @40 °C (cSt)	26,91	23,8	21,19	56,52	49,85	38,18	117,2	97,86	70,08
Viscosité @100 °C (cSt)	4,76	4,5	4,2	7,78	7,32	6,37	12,24	11	9,1
Indice de viscosité	93	103	100	102	107	117	94	97	105
Couleur	6,5	L 0,5	L 0,5	7,5	L1	L 0,5	> 8	L2	L 0,5
Asphaltènes (% en poids/poids)	0,0105	-	-	0,0092	-	-	< 0,01	-	-
Charbon Conradson (% en poids/poids)	0,63	< 0,1	< 0,1	0,12	< 0,1	< 0,1	0,33	< 0,1	< 0,1
Azote (ppm)	280	49	< 1	312	57	< 1	307	137	< 1
Soufre (ppm)	0,412	0,1025	0,0005	0,526	0,163	0,0008	0,7285	0,2735	0,0021
Procédé ndM (% en poids/poids)									
Carbone aromatique	12,11	10,72	8,72	11,63	10,25	8,48	11,94	10,22	8,18
Carbone paraffinique	71,20	72,06	72,76	72,66	73,42	75,09	72,68	73,75	75,57
Carbone naphthénique	16,70	17,22	18,52	15,70	16,32	16,43	15,38	16,03	16,25
Analyse par chromatographie en phase gazeuse (en ppm)									

Anthracène	< 1	< 1	< 0,5	< 1	< 1	< 0,5	< 1	< 1	< 0,5
Benzo(a)anthracène	37	< 1	< 0,5	4	< 1	< 0,5	3	< 1	< 0,5
Benzo(k)fluoranthène	5	< 1	< 0,5	2	< 1	< 0,5	< 1	< 1	< 0,5
Benzo(b)fluoranthène	25	< 1	< 0,5	11	< 1	< 0,5	4	< 1	< 0,5
Benzo(ghi)périlène	16	< 1	< 0,5	40	4,7	< 0,5	12	2,30	< 0,5
Benzo(a)pyrène	16	< 1	< 0,5	11	< 1	< 0,5	4	< 1	< 0,5
Chrène	3	< 1	< 0,5	2	< 1	< 0,5	-	< 1	< 0,5
Dibenzo-ah-anthracène	< 1	< 1	< 0,5	2	< 1	< 0,5	< 1	< 1	< 0,5
Fluoranthène	24	< 1	< 0,5	2	< 1	< 0,5	< 1	< 1	< 0,5
Indeno(123-cd)pyrène	10	< 1	< 0,5	27	< 1	< 0,5	6	< 1	< 0,5
Phénanthrène	2	8,7	< 0,5	< 1	1	< 0,5	< 1	1,30	< 0,5
Pyrène	34	5,8	< 0,5	< 1	< 1	< 0,5	2	< 1	< 0,5
PNA IP 346 (% en poids/poids)	2,8	1	0,2	1,3	0,6	-	1	0,6	0,2

\* Faible intensité de l'hydrotraitement de la fraction légère : température du premier catalyseur : 300 °C, température du deuxième catalyseur : 280 °C. Pression partielle H<sub>2</sub> : 105 bar.  
# Forte intensité de l'hydrotraitement de la fraction légère : température du premier catalyseur : 340 °C, température du deuxième catalyseur : 340 °C. Pression partielle H<sub>2</sub> : 105 bar  
Total LHSV (h<sup>-1</sup>) : <sup>1</sup>:0,507 ; <sup>2</sup>:0,5 ; <sup>3</sup>:0,507 ; <sup>4</sup>:0,292 ; <sup>5</sup>:0,481 ; <sup>6</sup>:0,295

**Tableau 3.111 : Effet de l'hydrofinissage sur les polluants de la charge après désasphaltage [36, Viscolube, 2002]**

L'huile de base produite dépend davantage de la technologie utilisée pour traiter les huiles usagées que des différences présentes au niveau des huiles collectées. Le Tableau 3.112 présente quelques exemples de ce fait.

<b>Procédé (désasphaltage + démétallisation + finissage)</b>	<b>Produits principaux (valeurs exprimées en kg/tonne d'huiles usagées sauf spécification différente)</b>
Acide sulfurique + traitement à l'argile	Huiles de base re-raffinées de basse qualité : 621 La teneur en HAP des huiles de base produites peut être comparativement élevée (4 à 17 fois plus élevée que les huiles de base vierges). Gasoil : 70
Traitement à la soude caustique et aux terres de décoloration (ENTRA)	Huiles de base re-raffinées de qualité élevée (Groupe II) : 520 Fractions légères : 170 Diesel : 170
Distillation sous vide	Dans les équipements de distillation sous vide modernes conçus pour le traitement des huiles usagées, le distillat produit à une teneur en métaux inférieure à 1 ppm (selon les autorités chargées de délivrer des licences).
Distillation sous vide + traitement chimique ou traitement à l'argile	Les huiles de base produites par traitement à l'argile ou par traitement chimique ont une teneur en métal de < 1 ppm. Ce procédé ne parvient pas à réduire la teneur en HAP de l'huile autant qu'un hydrotraitement.
Evaporateurs à couche mince (TFE) + traitement à l'argile	Huiles de base re-raffinées de qualité moyenne : 530 à 650 Gasoil : 150
TFE + hydrofinissage	Huiles de base re-raffinées de qualité élevée : 630 Gasoil : 100
TFE + extraction au solvant	Huiles de base re-raffinées de qualité élevée : 600 Gasoil : 120 à 150
TFE + extraction au solvant + hydrofinissage	Huiles de base re-raffinées de qualité élevée <ul style="list-style-type: none"> <li>• lubrifiant du groupe II : 370</li> <li>• lubrifiant du groupe I : 300</li> </ul> Gasoil : 85
TDA (désasphaltage thermique) + traitement à l'argile	Huiles de base re-raffinées de qualité moyenne : 500 à 600 Gasoil : 60 à 80
TDA + hydrofinissage (à pression élevée)	Huiles de base re-raffinées de qualité élevée : 670 Gasoil : 70
PDA (désasphaltage au propane) + hydrofinissage (à pression moyenne)	Huiles de base re-raffinées de qualité élevée : 660 à 700 Gasoil : 43 à 55 Ce procédé permet d'obtenir des produits plus commercialisables que la régénération par traitement chimique.

Distillation et traitement aux alcalins (Vaxon – Cator)	
Distillation sous vide + traitement chimique ou traitement à l'argile	Egal à l'hydrotraitement ou à l'extraction au solvant
Hydrogénation par contact direct (DCH)	Huiles de base (groupe II) : 770 à 820 Fractions légères : 20 à 40 Mazout lourd ou diesel : 70 à 80
Traitement thermique à l'argile	
Hydrofinissage	
Distillation sous vide + traitement chimique	Huiles de base : 540 kg Mazout : 6105 MJ Fluxant pour bitume : 48 kg Autres combustibles : 3720 MJ Economie de combustibles

**Tableau 3.112 : Productions des différentes techniques de régénération des huiles usagées**  
[6, Silver Oil Recovery Inc., 2000], [7, Monier et Labouze, 2001], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [13, Marshall et al., 1999], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [139, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### Solvants régénérés

Le produit vraisemblablement le plus souhaitable de la régénération des solvants est un produit pouvant être utilisé à la place d'un solvant neuf acheté là où il était utilisé initialement. Cela ne signifie pas pour autant que le solvant régénéré a les mêmes spécifications que le matériau vierge. Les spécifications du nouveau solvant sont généralement définies par un comité constitué par les représentants à la fois des utilisateurs et des producteurs, qui connaissent les impuretés potentielles renfermées dans un produit fabriqué selon une filière de traitement établie. Les spécifications doivent satisfaire à toutes les utilisations potentielles, mais pour un utilisateur donné, certaines spécifications peuvent être sans importance.

Propriété du produit	Unité	DIN 53978	PERC
Couleur	HAZEN	< 15	< 5
Eau	ppm	< 50	< 25
PERC	% en pourcentage	≥ 99,9	> 99,98
Total du 1,1,1-trichloroéthane et trichloroéthylène	% en pourcentage	0,025 ± 0,003	< 0,02
Densité relative	g/ml	1,620 – 1,625	1,624
Alcalinité	ppm NaOH	≤ 30	25
<i>Evaporation</i>			
Résidu	ppm	≤ 50	25
Chlore libre		0	0
Informations relatives à une installation de distillation d'hydrocarbures chlorés			

**Tableau 3.113 ; Spécification des produits en vue du traitement des composés organochlorés par rapport à la norme DIN**  
[147, UBA, 2003]

### Catalyseurs régénérés

Le Tableau 3.114 présente les niveaux de carbone et de soufre, la zone surfacique et la longueur moyenne du catalyseur éteint et du produit de la régénération de la bande uniquement et de la régénération fine. Le catalyseur éteint a été analysé afin de déterminer sa zone surfacique après régénération en laboratoire.

Qualité du produit	Catalyseur éteint provenant du lit supérieur du second réacteur	Régénération de la bande uniquement	Régénération fine
Carbone, % en poids/poids	22	0,7	0,9
Soufre, % en	7,5	0,9	0,8

poids/poids			
Zone surfacique, m <sup>2</sup> /g	185	190	197
Longueur moyenne, mm	2,56	2,72	2,68
Les valeurs ci-dessus correspondent à la régénération de plus de 580 tonnes de catalyseur d'hydrotraitement au CoMo éteint, provenant d'une installation d'hydrotraitement de distillat d'un client en 1997. L'unité comporte deux réacteurs avec deux lits catalytiques par réacteur. Les analyses de pré-traitement ont montré que le catalyseur pouvait être régénéré dans les quatre lits, mais comme prévu, le catalyseur de qualité la plus élevée se trouvait vers l'extrémité arrière de l'unité			

**Tableau 3.114 : Régénération commerciale d'un catalyseur au CoMo [125, Ruiz, 2002]**

Dans l'ensemble, le catalyseur éteint était lourdement chargé en hydrocarbures (15 % en poids/poids) et en coke (30 % de perte au feu totale). La société a commencé la régénération du catalyseur de qualité supérieure situé dans le lit inférieur du second réacteur et a procédé en revenant vers le catalyseur situé en face avant de l'unité. L'opération a démarré avant l'installation de régénération fine ; de ce fait, le catalyseur était initialement décapé avec des gaz inertes dans l'unité de stripping à bande.

Les propriétés des deux produits régénérés tirent avantage d'une comparaison avec le catalyseur éteint. Les zones surfaciques des échantillons régénérés sont légèrement supérieures à celles de la régénération en laboratoire.

### 3.5 Emissions et consommations des traitements des déchets visant à produire une matière destinée à servir de combustible

[4, Langenkamp, 1997], [6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [7, Monier et Labouze, 2001], [[8, Krajenbrink et al., 1999], Jacobs, 2001 #11], [12, Birr-Pedersen, 2001], [14, Ministry for the Environment, 2000], [16, ÖWAV Working Committee, 2002], [37, Woodward-Clyde, 2000], [52, Ecodeco, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [57, EIPPCB, 2001], [58, CEFIC, 2002], [64, EIPPCB, 2003], [81, VDI et Dechema, 2002], [86, TWG, 2003], [119, Watco, 2002], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [128, Ribí, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

Cette section concerne les émissions et les consommations des traitements mentionnés dans la Section 2.5, c'est-à-dire des procédés consacrés aux traitements des déchets afin de produire une matière destinée à servir de combustible. Les parties ci-après (Section 3.5.X) détaillent les informations dont disposent les opérateurs du traitement des déchets à partir de leurs systèmes d'enregistrement et mettent l'accent sur les zones dans lesquelles les émissions sont susceptibles de se produire.

Les émissions associées à des traitements annexes, par exemple les opérations des centres de transfert, sont traitées dans la Section 3.1.

#### 3.5.1 Déchets entrants pour la préparation des combustibles issus des déchets

Le Tableau 3.115 présente quelques exemples des types de déchets utilisés pour la production des combustibles solides ou liquides.

Type de combustibles préparés à partir des déchets	Type de déchets	Exemples
Combustibles solides	Déchets pâteux (provenant principalement des déchets dangereux)	Solvants à viscosité élevée, boues des huiles, résidus de distillation, boues provenant du traitement des boues industrielles (industrie mécanique, industrie chimique, industrie pharmaceutique, etc.), boues des peintures et des vernis, boues des encres, polyols, colles, résines, graisses et gras, autres

		déchets pâteux
	Déchets pulvérulents (provenant principalement des déchets dangereux)	Noir de charbon, toner en poudre, peintures, catalyseurs éteints, agents tensioactifs, autres poudres
	Déchets solides (provenant principalement des déchets dangereux)	Polymères pollués, sciures imprégnées, boues d'épuration des eaux résiduaires, résines, peintures, colles, charbon actif épuisé, sols pollués, boues d'hydrocarbures, absorbants pollués, résidus organiques provenant des industries chimiques et pharmaceutiques, emballages plastiques usagés, déchets de bois, autres déchets solides
	Déchets liquides qui ne sont pas adaptés à la préparation de combustibles liquides (provenant principalement des déchets dangereux)	Liquides présentant un risque de polymérisation
	Déchets solides non dangereux	Déchets ménagers et déchets solides commerciaux, déchets d'emballage, bois, papiers, cartons, boîtes en carton (02, 03, 15, 17, 19, 20), textiles, fibres (04, 15, 19, 20), matières plastiques (02, 07, 08, 12, 15, 16, 17, 19, 20), autres matières (08, 09, 15, 16, 19), fractions calorifiques élevées provenant des déchets mixtes (17, 19, 20), déchets de construction et de démolition, fractions séparées à la source des déchets solides municipaux, mono-flux de déchets commerciaux et industriels
Combustibles liquides préparés par assemblage	Combustibles liquides organiques	Solvants, xylènes, toluènes, white-spirit, acétone, solvants de nettoyage et de dégraissage, résidus du pétrole, résidus de distillation, produits liquides organiques, hors spécification
Combustibles liquides préparés par fluidification	Combustibles liquides organiques	Solvants usagés, déchets organiques pâteux (boues d'encre), boues de peinture, déchets d'adhésifs, etc.), résidus des huiles, déchets pulvérulents tels que peintures en poudre, gâteaux de filtration, résidus de la synthèse chimique organique, huiles et graisses, résines échangeuses d'ions éteintes, résidus de distillation, déchets des industries cosmétiques.
Combustibles liquides préparés par émulsions	Combustibles liquides organiques	Emulsions d'huiles provenant des industries mécaniques et de la métallurgie, déchets et boues contenant de l'huile provenant du raffinage du pétrole, provenant de la collecte et du stockage des

		huiles et des produits à base d'huile, déchets de la distillation et de la régénération des huiles, défauts de production, déchets pâteux, tels que les graisses, les encres et les adhésifs, déchets pulvérulents tels que la peinture en poudre, les déchets des poudres de lavage, les bases utilisées telles que le sodium, les huiles usagées.
Remarque : Les nombres entre parenthèses correspondent aux chapitres des codes du catalogue européen des déchets (CEL).		

**Tableau 3.115 : Quelques exemples des types de déchets utilisés pour la préparation des combustibles solides et liquides**

[21, Langenkamp et Nieman, 2001], [50, Scori, 2002], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

Le Tableau 3.116 présente les pouvoirs calorifiques types de certains types de déchets.

Type de déchets	Pouvoir calorifique (MJ/kg)
Déchets dangereux	21,0 – 41,9
Déchets industriels non dangereux	12,6 – 16,8
Déchets municipaux	7,5 – 10,5
Matières plastiques	21,0 – 41,9
Bois	16,8
pneus	25,1 – 31,4

**Tableau 3.116 : Pouvoirs calorifiques types des différents types de déchets**

[4, Langenkamp, 1997], [150, TWG, 2004]

En règle générale, les installations de préparation des combustibles ainsi que les installations de combustion susceptibles d'utiliser des déchets comme combustibles (partiels) acceptent plus d'un type de déchets. Le Tableau 3.117 présente certains types de déchets utilisés pour la co-incinération.

Type de déchets	Usines de combustion (incluant chauffage urbain et moteurs marins)	Fours à ciment	Fer et acier (hauts-fourneaux)	Céramiques (fours à briquettes)	Fours à chaux	Production d'asphalte	Pulpe et papier
Produits d'origine animale	Nourriture pour animaux Nourriture comportant de la viande et des os Suif Lisier Litière de volaille Graisse	Nourriture contenant de la viande et des os					
Résidus de charbon	Résidus <sup>1</sup> du charbon						
Produits chimiques	Acides organiques Solvants liquides Gaz de phosphore (four)	Solvants éteints Boues de peinture Hydrocarbures Résidus de distillation					
	RDF						
Déchets municipaux	Papier usagé Matériau d'emballage Matières plastiques Textiles Bois	RDF Papier usagé  Matières plastiques Textiles bois	RDF  Matières plastiques Textiles bois	RDF  Textiles bois	RDF  Textiles bois	RDF  Textiles bois	Papier usagé
Matières huileuses	Goudron Huiles usagées	Huiles usagées Huiles de coupe	Huiles usagées		Huiles usagées	Huiles usagées	
Caoutchouc	Pneus déchiquetés	Pneus usagés Caoutchouc Résidus du broyage des véhicules Tapis		Pneus usagés			
Boues	Boues d'épuration	Boues d'épuration Boues de papier					
Végétaux	Plantes énergétiques telles que le saule Résidus agricoles tels que la paille, les plantes céréalières, le fourrage provenant des cultures des terres						
Bois	Résidus de bois Bois de démolition Résidus de forêt Copeaux de bois Biomasse Granulés/briquettes	Bois usagés					
<sup>1</sup> Certains essais portant sur l'utilisation des déchets dans des fours cubilots de fonderies ont été réalisés. Remarque : Ce tableau n'est pas exhaustif. D'autres combinaisons n'y figurant pas peuvent actuellement être utilisées.							

**Tableau 3.117 : Présentation de certains types de matières utilisées dans certains procédés de co-incinération**  
[4, Langenkamp, 1997], [57, EIPPCB, 2001], [64, EIPPCB, 2003], [81, VDI et Dechema, 2002], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

Les sections ci-après précédées de titres en caractère gras donnent des informations plus détaillées sur chaque type de déchets utilisés comme combustibles. Les compositions types du type de déchets sont parfois disponibles.

### **Produits chimiques**

Les déchets de peinture et de solvants ont un pouvoir calorifique supérieur à 21 MJ/kg de matières humides. Les teneurs en chlore, cadmium et zinc peuvent être élevées.

### **Déchets solides municipaux**



Le Tableau 3.118 présente certaines caractéristiques des déchets solides municipaux et certaines de leurs fractions pouvant être utilisées comme combustibles.

Déchets solides municipaux	Pouvoir calorifique (MJ/kg de matières humides)	Autres composants
Déchets solides municipaux génériques	5 – 8	Cl : 0,5 – 1,0 % La teneur de certains métaux peut être élevée
Déchets solides municipaux résiduels	8 – 11	Cl : 0,5 – 1,0 % La teneur de certains métaux peut être élevée
Papiers	11 – 14	0,5 % de Cl, 33 ppm de Pb et 0,3 ppm de Cd
Cellulose (20 % en poids/poids de teneur en cendres et 5 % d'humidité)	12,3	
Cellulose (20 % en poids/poids de teneur en cendres et 40 % d'humidité)	5,7	
Polyéthylène (20 % en poids/poids de teneur en cendres et 40 % d'humidité)	16,5	
Polyéthylène (0 % en poids/poids de teneur en cendres et 40 % d'humidité)	25,3	
Polyéthylène (0 % en poids/poids de teneur en cendres et 5 % d'humidité)	41,5	
Polyéthylène à densité élevée (imprimé)		Volatils <sup>1</sup> 97 %, cendres <sup>2</sup> 2 %, carbone fixe 0,3 %
Polypropylène		Volatils 100 % et cendres < 0,05 %
Polystyrène (blanc)		Volatils 97 %, cendres 3 %
PVC		Volatils 92 %, cendres < 0,05 % carbone fixe 8 %
Matières plastiques	23,7 – 28,4	Cd : 0,7 – 72 ppm Cl : 1 – 4,5 % Cr : 48 ppm Hg : 1,3 ppm Pb : 98 – 739 ppm Tl : 0,3 ppm Zn : 550 ppm
Composites	13,3 – 16,2	Cd : 0,2 – 37 ppm Cl : 0,5 – 4,0 % Pb : 48 – 500 ppm
Textiles, cuir et chaussures	17,1	Cd : 2,2 ppm Cl : 1,2 % Pb : 96 ppm
<sup>1</sup> Les matières plastiques se volatilisent après fusion par dépolymérisation		
<sup>2</sup> Le polymère pur est dépourvu de cendres, mais il y a des cendres provenant des impressions et des pigments		

**Tableau 3.118 : Principales caractéristiques des déchets municipaux solides et de certaines de leurs fractions, destinées à servir de combustibles**  
[4, Langenkamp, 1997], [8, Krajenbrink et al., 1999], [16, ÖWAV Working Committee, 2002], [81, VDI et Dechema, 2002], [150, TWG, 2004]

### Matières plastiques usagées

La valorisation énergétique des flux de matières plastiques spécifiques a fait l'objet de démonstration moyennant des tests à grande échelle pendant suffisamment longtemps pour apporter la preuve de conditions opérationnelles reproductibles et stables, pour permettre de disposer d'une documentation relative aux effets des matières plastiques sur l'opération, et pour

identifier les matières et les émissions produites. Une vue d'ensemble du programme APME TEC est esquissée ci-dessous.

Technologie de combustion	Utilisation de l'énergie	Emballage	Commerce	Automobile	Electrique et électronique	Agriculture	Bâtiment et construction
Type de grille	Chauffage urbain et Chaleur/électricité	MPW		SR			
Lit fluidisé (FB)	Chaleur/électricité	MPW, SR					
Charbon pulvérisé	Electricité	MPW				Films	
Four rotatif	Ciment	MPW			Mousse		
Four industriel	Non-ferreux				ESR		
Lit fluidisé circulant	Pâte à papier, papier	MPW	Bordure de trottoir	SR			
Remarque : MPW Déchets plastiques municipaux (il faut parfois les déchiqeter avant utilisation) ; SR : résidu du déchiqetage ; ESR : résidu du déchiqetage des appareils électroménagers.							

**Tableau 3.119 : Utilisation des déchets plastiques provenant de différents secteurs industriels comme combustible**  
[58, CEFIC, 2002] [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

### Matières huileuses

#### Huiles usagées

La Section 3.4.1 présente des informations complémentaires sur la composition des huiles usagées. Les huiles usagées peuvent avoir une teneur en chlore significative, mais variable, incluant des composés organochlorés. Le devenir de ces composés chlorés varie, non seulement en fonction de la filière de traitement, mais aussi en fonction de la forme sous laquelle le chlore est présent. C'est pourquoi, il est difficile de faire un quelconque commentaire général sur les effets du chlore en dehors du fait que, dans les filières de combustion, il existe un risque de formation de dioxine et que, dans les options de recyclage, il existe des risques de problèmes de corrosion, d'émissions de gaz acides et de contamination des flux sortants.

Les huiles de lubrification usagées ainsi que les huiles récupérées dans les intercepteurs sont commercialisées afin de servir de combustibles. Comme ces huiles sont susceptibles de créer des dépôts de charbon lorsqu'elles sont brûlées, elles tendent à être utilisées dans des applications où ce fait ne pose pas de problème. Les principaux utilisateurs sont l'industrie de construction de routes et les centrales électriques alimentées au charbon qui les utilisent pour la stabilisation de la flamme et des accroissements de puissance.

#### Déchets à base de mazout

Les déchets à base de mazout proviennent d'une variété de situations telles que la purge des citernes des véhicules, la purge des cuves de chaudière à mazout lors de la reconversion au gaz naturel d'une installation, ou lorsqu'on enlève les réservoirs dans le cadre d'une remise en état du site. Ces huiles ne sont généralement pas contaminées bien qu'elles puissent s'être détériorées au fil du temps et qu'elles transportent parfois les « saletés des fonds de réservoir » déposées pendant les nombreuses années de remplissage. Dans la plupart des installations, il en est accepté très peu comparativement, et il est par conséquent raisonnable de considérer que leur analyse est comparable aux mazouts « tels que commercialisés ».

La gazéification est conçue spécialement pour recycler des fuels lourds ainsi qu'une large plage de déchets à base d'hydrocarbures.

Il existe un large éventail de spécifications pour les mazouts, mais, en règle générale, ils sont utilisés plutôt qu'envoyés en traitement et de ce fait les quantités sont réduites. En règle générale, leur point d'ébullition est inférieur à celui des huiles de lubrification ; ils contiennent un plus grand nombre d'hydrocarbures à chaîne inférieure et présentent un risque plus élevé d'émissions de COV pendant le traitement. Toutefois, leur teneur en métaux est généralement faible (bien qu'on ait trouvé du vanadium et du nickel dans les mazouts). Les HAP sont généralement stables et non volatils. Les mazouts inutilisés ont une plage de points d'ébullition inférieure à celle des huiles de lubrification. Le Tableau 3.120 ci-dessous présente à titre de comparaison la composition des mazouts et des lubrifiants.

	<b>Longueur de la chaîne carbonée normale</b>	<b>Plage de points d'ébullition (°C)</b>	<b>Composés importants</b>
Kérosène	Distillat moyen, en C <sub>6</sub> à C <sub>16</sub>	150 – 300	N-alcanes, cycloalcanes, faibles concentrations de composés monoaromatiques, faibles concentrations de BTEX et de HAP
Mazout (N°2)	Distillat moyen en C <sub>8</sub> à C <sub>21</sub>	200 – 325	Faible concentration de BTEX, toluène 0,06 %, éthyl-benzène 0,034 %, xylènes 0,23 %, concentrations élevées en N-alcanes, (C <sub>8</sub> 0,1 %, C <sub>20</sub> 0,35 %, faibles concentrations d'alcanes ramifiés, cycloalcanes monoaromatiques, naphtalènes (0,22 %) et HAP, nickel 0,00005 %
Mazout (N°6)	Huiles résiduelles en C <sub>12</sub> à C <sub>14</sub>	350 – 700	Très faible concentration en BTEX, faible concentration en naphtalène et HAP, concentration élevée en N-alcanes (C <sub>9</sub> 0,0034 % - C <sub>20</sub> 0,1 %) et cycloalcanes, nickel 0,0089 %
Huiles de lubrification	Fractions lourdes de distillat en C <sub>18</sub> à C <sub>34</sub>	326 - 600	Faibles concentrations en BTEX, concentrations élevées en alcanes ramifiés et cycloalcanes

**Tableau 3.120 : Composition type des mazouts et huiles de lubrification**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

### Caoutchouc

Le Tableau 3.121 présente quelques unes de caractéristiques des pneus utilisés comme combustibles.

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Unités</b>
Pouvoir calorifique	36 - 38	MJ/kg
Chlorure	0,15 – 0,25	%
As	< 2	ppm
Cd	< 5 - 10	ppm
Co	< 5 - 27	ppm
Cr	< 5 - 97	ppm
Cu	10 - 30	ppm
Hg	0,17 - < 1	ppm
Mn	6 - 11	ppm
Ni	< 5 - 40	ppm
Pb	< 5 - 410	ppm
Sb	55 – 410	ppm
Sn	14 - 21	ppm
Tl	0,25 – 75	ppm
V	< 5 – 60	ppm
Zn	14,5 – 16,1	g/kg

**Tableau 3.121 : Caractéristiques des pneus utilisés comme combustibles**  
[4, Langenkamp, 1997]

### Boues

Les boues contiennent généralement de l'eau. Une augmentation de la teneur en eau d'une boue ayant une siccité donnée diminue son pouvoir calorifique. Par exemple, une boue ayant une siccité (teneur en matières sèches) de 33 % a un pouvoir calorifique inférieur à 5 MJ/kg de matières humides. La teneur en chlore est généralement faible mais la teneur en mercure peut être significative dans certaines boues.

### Bois

La sciure, les copeaux de bois et le PVC ont un pouvoir calorifique compris entre 14 et 21 MJ/kg de matières humides. Les déchets de construction ont un pouvoir calorifique compris entre 14 et 17 MJ/kg de matières humides. Le Tableau 3.122 présente certains paramètres physico-chimiques des retailles de bois.

Métaux	Concentration (ppm)
Pouvoir calorifique inférieur (MJ/kg)	17,3
Cl	0,1 %
Cd	0,7 – 3,4
Cr	50
Hg	0,2
Pb	53 – 1 000
Tl	< 0,1
Zn	1 500

**Tableau 3.122 : Teneur en métal des retailles de bois**  
[4, Langenkamp, 1997], [81, VDI et Dechema, 2002]

## 3.5.2 Consommations de la préparation des combustibles à partir des déchets

### Consommations de la préparation d'une huile usagée destinée à servir de combustible

Matières consommées	Application
Antioxydants chimiques	Adjonction au mazout domestique léger et aux fractions légères des distillats afin de stabiliser les produits

**Tableau 3.123 : Consommations du traitement thermique des huiles usagées**  
[119, Watco, 2002]

Déchets SORTANTS	Pour produire principalement du mazout <sup>1</sup>	Unités (par tonne d'huiles usagées en entrée)
Mazout (700 MJ et < 0,5 % S)	849	kg
Combustibles secondaires <sup>2</sup>	63	kg
Consommations		
Consommation de combustible fossile	4	equiv. pétrole brut
Energie primaire	343	MJ
Consommation d'eau	431	kg
<sup>1</sup> Craquage thermique : traitement thermique + chimique (avec H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )		
<sup>2</sup> Bon nombre d'entre eux sont des combustibles générés pendant le procédé.		

**Tableau 3.124 : Consommations générées par le craquage thermique des huiles usagées**  
[7, Monier et Labouze, 2001], [152, TWG, 2004]

Sortie	Quantité (par tonne d'huiles usagées en entrée)	Unités
Méthanol	1 080	kg
Economie réalisée sur l'entrée principale des combustibles utilisés en règle générale pour la gazéification		
Consommations		
Combustible fossile	109	equiv. pétrole brut
Energie primaire	7 110	MJ
Consommation d'eau	1 350	kg

**Tableau 3.125 : Sorties générées par la gazéification des huiles usagées**  
[7, Monier et Labouze, 2001]

### Consommations de la préparation des déchets dangereux destinés à servir de combustibles

Consommations	Combustibles solides issus des déchets	Combustibles liquides issus des déchets
Electricité (kWh/tonne de combustibles produits à partir de déchets)	5 – 25	5 – 20
Combustibles (litre/tonne de combustibles produits à partir de déchets)	0,15 – 3	0,05 – 2
Adsorbants	Entre 20 et 40 % d'absorbants par tonne de combustibles produits à partir des déchets sont utilisés, en fonction des spécifications requises. Les types d'absorbants sont la sciure fraîche, la sciure provenant de la récupération du bois, le polyuréthane, les sous-produits du papier, les textiles, etc.	
Eau (litres/tonne de combustibles issus des déchets – pour les installations de nettoyage, les camions et éventuellement les fûts ; la maintenance, les installations de vaporisation en vue de la réduction des poussières) <sup>1</sup>	5 - 20	5 - 20
Azote m <sup>3</sup> /tonne de combustibles produits à partir des déchets (mélangeurs, d'inertage, déchiqueteurs ou stockage des liquides)	1 – 2,5	1 – 2,5
Autres matières premières pour le traitement des effluents		
<p>Remarques : Les données relatives à l'énergie ne comprennent pas la consommation d'énergie imputable à la ventilation et au traitement de l'air. La consommation d'électricité varie fortement selon le type de déchet, le conditionnement et le niveau d'automatisation. Par exemple, dans le cas de fûts conditionnés pour être déchiquetés, la consommation d'électricité peut atteindre 25 kWh/t tandis que dans le cas de déchets en vrac dans une ligne de traitement non automatisée, elle peut être comprise entre 5 et 10 kWh/t.</p> <p>En outre, lorsque la consommation d'électricité est élevée, la consommation de combustibles est généralement faible. La consommation de combustibles est principalement destinée aux véhicules utilitaires et décroît avec le niveau d'automatisation. La consommation d'énergie totale représente moins de 5 % de la teneur énergétique totale des combustibles issus des déchets.</p> <p><sup>1</sup> La consommation d'eau est en rapport avec une bonne gestion de l'installation. Elle varie largement en fonction du type de déchets, du conditionnement et de l'utilisation éventuelle de l'eau de puits récupérée. S'il est nécessaire de nettoyer ou de rincer les fûts ou les conteneurs en vue de leur utilisation ultérieure, une consommation supplémentaire de 2 à 20 l/t est nécessaire.</p>		

**Tableau 3.126 : Consommations pour la préparation des déchets dangereux destinés à servir de combustibles**  
[122, Eucopro, 2003]

**Consommations pour la préparation des combustibles à partir de déchets solides municipaux**

Le Tableau 3.127 ci-dessous présente une vue d'ensemble des installations ayant fourni des données pour cette section.

Type d'installation	Type de production de combustibles solides issus des déchets	Capacités (kt/an)	Consommation d'énergie (MWh/an)	Consommation d'énergie spécifique (kWh/t de matières en entrée)
Installations de traitement des déchets commerciaux	Granulés mous/durs	40	2 400	109
Traitement des déchets biomécaniques	Granulés mous/fluff	55	2 300	38 - 56
Installations de traitement des déchets commerciaux	Granulés mous/fluff	65	1 268 – 1 902	40 - 59
Traitement des déchets solides municipaux sans étape de décomposition biologique		80	781	40
Traitement biomécanique des déchets	Fluff	100	5 800	92
Fraction calorifique élevée provenant d'une installation de traitement des déchets solides municipaux et du traitement des déchets commerciaux	Granulés mous/fluff	100	315 - 405	32 – 41
Installations de traitement des déchets commerciaux	Granulés mous/fluff	100	1 080 – 1 620	36 – 54
Traitement biomécanique des déchets	Fraction calorifique élevée en balles	110	1 870	17
Traitement biomécanique des déchets	Granulés mous/fluff	110	4 000	33 – 40
Traitement biomécanique des déchets	fluff	600	2 760	
Traitement des déchets solides municipaux sans étape de décomposition biologique	fluff	840	23 650	30
Traitement des déchets solides municipaux résiduels				60 Séparation : 8 -15

**Tableau 3.127 : Exemples de consommation pour la préparation de combustibles à partir de déchets solides municipaux**  
[52, Ecodeco, 2002], [66, TWG, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004]

Capacité (kt/an)	Consommation de combustibles (Gj/an)	Consommation d'électricité (MWh/an)	Consommation d'électricité spécifique (kWh/t)	Consommation d'eau spécifique (m <sup>3</sup> /t)
65	38 475	3 575	55	0,078
86	0	5 831	68	0,0019
100		1 050	10,5	

**Tableau 3.128 : Exemples de consommation pour la préparation de combustibles à partir des déchets non dangereux**  
[66, TWG, 2003]

La grande différence de consommation d'énergie par rapport à la quantité de matières en entrée est à mettre en relation avec le type d'installation de traitement et le type de combustibles solides issus des déchets que l'on utilise ; par exemple, lorsque des installations de séchage sont installées ou si le combustible solide généré est fabriqué sous des formes et avec des granulométries différentes.

Aucune utilisation de combustibles n'est nécessaire, si ce n'est pour les procédés de séchage thermique, dans le cadre de l'élaboration des combustibles solides issus des déchets. Le combustible sert uniquement à alimenter les véhicules sur la zone de traitement, tels que les chariots élévateurs à fourche ou les chargeurs sur roues. Un producteur utilisant le séchage thermique a rapporté une consommation de gaz d'environ 21 250 GJ par an. Cette consommation spécifique correspond à 1390 MJ/t de matières en entrées.

En règle générale, aucun autre ingrédient, en dehors des déchets, n'est déployé pour donner le produit final. Afin de garantir un fonctionnement dépourvu de panne, les équipements de gestion du procédé et des matières doivent être lubrifiés. Plusieurs détergents sont appliqués. En outre, des matières auxiliaires sont appliquées pour faciliter le procédé de nettoyage des gaz d'échappement, telles que l'hydroxyde de sodium (consommation : 18 kg/kt) et le phosphate (consommation : 3 kg/kt).

La séparation, la digestion et la dégradation biologique nécessitent de l'énergie. La consommation d'électricité par la séparation et la digestion est approximativement de 60 kWh/t de matières entrantes, pour lesquelles la séparation s'élève à environ 8 à 15 kWh. L'incinération de biogaz dans un moteur à gaz, avec un rendement de 35 %, produit approximativement 120 kWh<sub>e</sub>/t de déchets. Il s'ensuit une production nette d'approximativement 60 kWh<sub>e</sub>/t de déchets. La production du digestat nécessite approximativement 100 MJ<sub>e</sub>/t de matières entrantes. Le séchage biologique nécessite également approximativement 100 MJ<sub>e</sub>/t de matières entrantes.

### 3.5.3 Emissions provenant de la préparation des combustibles à partir des déchets

#### Emissions émanant de la préparation des combustibles solides à partir de déchets solides municipaux

Le bilan matière de la production d'un RDF est présenté dans le tableau ci-après.

Produit combustible (par ex. RDF)	Matières organiques	Déchets non combustibles ayant une base inorganique	métaux	Eau évaporée et CO <sub>2</sub>	Autres
55 - 50		20	5	20 - 25	
53 <sup>1</sup>		Verre : 4 Blanc : 3 Marron : 0,5 Vert : 0,5  Minéraux : 4  Grain fin et poussière à éliminer : 4	Métaux ferreux : 4 Métaux non ferreux : 1		Batteries : 0,05
Valeurs en kg/100 kg de déchets en entrée <sup>1</sup> Pouvoir calorifique : 15 – 18 MJ/kg					

**Tableau 3.129 : Exemples d'émissions émanant de la production de RDF à partir de déchets solides municipaux**  
[52, Ecodeco, 2002], [81, VDI et Dechema, 2002]



Le Tableau 3.130 présente une vue d'ensemble des installations ayant fourni des données pour cette section.

Type d'installation	Type de production de combustibles solides issus des déchets	Capacité (kt/an)	Qté de produits combustibles solides issus des déchets (t/an)	% de produits/déchets	Qté de gaz d'échappement (m3/h)	Poussière (kg/an)	Odeur (UO/m³)	Distance sonore par rapport à l'emplacement de l'immission (m) Niveau de pression acoustique diurne/nocturne conforme à approbation technique (dB(A))
Traitement des déchets solides municipaux sans étapes de décomposition biologique	fluff	23	17 400	76,7				
Installations de traitement des déchets commerciaux	Granulés mous/durs	40	15 300	69,5	18 000			< 40/< 40
Installations de traitement des déchets commerciaux	Granulés mous/fluff	65	31 700	99,1	48 000			10 < 70/< 70
Traitement des déchets solides municipaux sans étape de décomposition biologique	n.a.	80	16 300	84,0				
Traitement biomécanique des déchets	fluff	100	30 700	48,7	45 000	394		
Fraction à pouvoir calorifique élevé provenant d'une installation de traitement des déchets solides municipaux et des déchets commerciaux	Granulés mous/fluff	100	9 000	90,0	48 000			1 000 < 50/< 35
Installations de traitement des déchets commerciaux	Granulés mous/fluff	100	27 000	90,0	48 000			1 000 < 50/< 35
Traitement biomécanique des déchets	Fraction calorifique élevée en balles	110	19500	17,7	120 000		406	200 50/39
Traitement des déchets solides municipaux sans étape de décomposition biologique	fluff	840	90 000	11,5	90 000		220	650 38/37,5

**Tableau 3.130 : Vue d'ensemble de certaines installations de production de combustibles solides à partir de déchets dans l'Union européenne [126, Pretz et al., 2003]**

	Unités	Installation A		Installation B		Installation C	
Capacité	kt/an	65		86		98	
		Conc.	Charge	Conc.	Charge	Conc.	Charge
Fumées	Million Nm³				394,2		
Oxygène	%			19		1,4	
CO <sub>2</sub>	t/an		11 765		8428		
PM	mg/Nm³ – kg/an	0		1	394,2		

SO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an		1820	18,6	7332		
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	80	4699,5	47	18527	12,5	
N <sub>2</sub> O	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an				0		
TOC	Mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an	40	2 340	1,7	670,14		
CH <sub>4</sub>	kg/an		26 715				
CO	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an	80	4699,5	8,4	3311,28	16	
HCl	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an		78				
HF	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an		26				
Total des métaux	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an			0,4	197,1		
Hg	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an			3,7	1,46		
Cd + Tl	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an			0,4	0,197	0,08	
Chlorobenzènes	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an			0	0,0047		
PCDD/PCDF	ngTEQ/Nm <sup>3</sup> – g/an		0,0026	0,002	0,00079		
CFC	mg/Nm <sup>3</sup> – kg/an			0,044	17,345		
Odeur	EU O.U./Nm <sup>3</sup> – MGE/an	0		110	43 362		
NH <sup>3</sup>	mg/Nm <sup>3</sup>	0					

**Tableau 3.131 : Exemples d'émissions dans l'air émanant de la préparation de combustibles à partir de déchets non dangereux**  
[66, TWG, 2003]

	Unités	Installation A		Installation B		Installation C	
Capacité	kt/an	65		86		160	
		Conc.	Charge	Conc.	Charge	Conc.	Charge
Eaux résiduelles générées	m <sup>3</sup> /an		16 965		30 100		8 000
DBO <sub>5</sub>	mg/l – kg/an			21			
DCO	mg/l – kg/an		34 450	40			
Azote total (sous forme de N)	mg/l – kg/an			230			
Nitrite	mg/l – kg/an			1,8			
Nitrates	mg/l – kg/an						
Ammoniac	mg/l – kg/an		10 400				
Nitrates	mg/l – kg/an		650				
Sulfates	mg/l – kg/an		325				

**Tableau 3.132 : Exemples d'émissions dans l'eau émanant de la préparation de combustibles à partir de déchets non dangereux**  
[66, TWG, 2003]

En fonction du type d'installation il existe une grande différence dans le rapport entre la quantité de déchets traités et les combustibles solides produits. Cette différence s'explique par le fait que certaines installations traitent des déchets commerciaux tandis que d'autres traitent des déchets solides municipaux. En outre, les producteurs ont différentes manières de produire leurs combustibles solides à partir des déchets. Par exemple, si des matières fines sont ajoutées aux produits des combustibles solides et que ceci n'est pas éliminé en décharge, la quantité de produits augmente mais la qualité diminue considérablement. D'autres installations construisent leur capacité par des modifications de leurs opérations ou produisent des combustibles solides issus des déchets dans le cadre d'une production associée en association avec des installations de traitement des déchets solides municipaux.

Les valeurs déclarées proviennent des approbations techniques. Les différences que l'on peut observer eu égard au large éventail de valeurs peuvent s'expliquer par l'emplacement des installations de traitement et leurs différentes matières entrantes et différents temps de fonctionnement, par exemple dans certains cas, des opérations à un, deux ou trois roulements.

En référence au Tableau 3.130, la différence entre la quantité en entrée et la quantité de produits en sortie doit être ajustée en tenant compte de la quantité de produits recyclables potentiels tels que les métaux ferreux et non ferreux contenus dans les déchets. La teneur en produits recyclables potentiels dépend de chaque composition de déchets, qui peut varier fortement. En outre, les résidus peuvent s'accumuler pendant le traitement d'épuration des gaz.

En fonction du procédé de traitement, il peut y avoir également des sous-produits générés. En fonction de la qualité des sous-produits, ils peuvent être recyclés directement ou traités après par un autre traitement. Les sous-produits courants sont en règle générale des métaux ferreux et non ferreux et une fraction inerte. La qualité des métaux ferreux et non ferreux produits dépend de la teneur des déchets et du procédé de traitement appliqué. Les produits de meilleure qualité sont applicables au recyclage matière.

La fraction inerte est quelques fois utilisée comme matériau de construction, par exemple comme matériau de construction des routes ou pour les décharges. Dans de rares cas, une matière de recyclage peut être produite qui est utilisée directement comme matière première, par exemple certains types de matières plastiques et de verre. En outre, par l'application d'un séparateur à air, une fraction lourde peut s'accumuler qui est appliquée pour une utilisation énergétique.

La composition des déchets qui ne sont pas utilisés comme combustibles est différente de celle des déchets ENTRANTS et des déchets SORTANTS. Elle dépend des déchets ENTRANTS mais aussi du type de traitement appliqué. Les bilans matières présentant de telles différences ainsi que des indications sur la destination finale des différents composants des déchets ENTRANTS n'ont pas été fournis.

### Emissions émanant de la préparation des déchets dangereux destinés à servir de combustibles

#### Emissions dans l'air

Emissions	Provenance	Combustibles solides issus des déchets	Combustibles liquides issus des déchets
Poussière, absorbants provenant principalement des sciure, déchets pulvérulents (peintures, résines, poudres de lavage, catalyseurs, etc.)	Déchargement et manutention des absorbants et/ou des déchets pulvérulents	m	n/a
	Traitement	l/m	l (principalement pour fluidification)
	Chargement	m	n/a
	Performance atteinte (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	1 - 10	1 - 5
COV et odeur	Echantillonnage	l/m	m/h
	Opération de déchargement (camions, fûts et conteneurs)	m	m/h
	Traitement	m (tamisage)	1
	Performance pouvant être atteinte NMCOV (mg/Nm <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	10 - 50	10 - 110
Remarques : <sup>1</sup> au moyen de filtres à manches <sup>2</sup> par oxydeur thermique régénératif pour combustibles solides et par oxydeur thermique régénératif ou par traitement au charbon actif pour les combustibles liquides l : émissions faibles – m : émissions moyennes – h : émissions élevées – n/a : non applicable			

**Tableau 3.133 : Emissions dans l'air émanant de la préparation de combustibles à partir de déchets dangereux**

[122, Eucopro, 2003]

COV et odeurs

La plupart des déchets acceptés contiennent des composés organiques. Dans certaines circonstances, en fonction de la pression de vapeur et de la température, ils sont plus ou moins volatils. Ces composés organiques volatils (COV) sont être potentiellement nocifs pour l'environnement ainsi que pour la santé des travailleurs ; ils peuvent également dégager de mauvaises odeurs. C'est pourquoi ces émissions requièrent une attention particulière et un suivi. Le niveau des émissions de COV dépend de la nature du déchet, de son point éclair, de la pression de vapeur des composants et de leur concentration. Les émissions de COV sont également influencées par le type de procédé appliqué et par les conditions climatiques prédominantes.

### *Bruit*

Toutes les lignes et tous les équipements du procédé doivent être conçus et construits conformément aux réglementations communautaires en matière de bruit pour les opérateurs à l'intérieur de l'installation et pour le voisinage. Les véhicules de transport entrants et sortants sont la principale source de bruit autour des installations et au sein de ces dernières.

D'autres sources de bruit comprennent les machines de manutention telles que les pelles mécaniques, les chargeurs, les pelles hydrauliques, les cribleurs, les déchiqueteurs, les broyeurs, les pompes, les agitateurs, les moteurs utilisés pour les circuits de ventilation et les unités de traitement des COV.

### Emissions dans l'eau

Les sources d'eaux résiduelles sont de l'eau de nettoyage provenant du nettoyage des fûts, du nettoyage des camions, du nettoyage des installations, des véhicules citernes et des bennes, et l'eau du procédé (provenant de la décantation des déchets au cours du transport, du séchage, etc.). En l'absence de paramètres de mesure des eaux résiduelles provenant de ces installations, le Tableau 3.134 présente une compilation des plages extraites à partir des permis appliqués aux installations. Sauf accidents majeurs, ces installations n'ont aucun impact sur les eaux souterraines. Un réseau piézométrique avec analyse une à deux fois par an est généralement utilisé pour la prise de mesure.

Paramètres physico-chimiques	Valeurs limites du permis (mg/l)
pH	5,5 – 9,5
Température maximale	30 – 45
TSS	30 – 60
DCO	50 – 300
Hydrocarbures	2 – 10
DBO <sub>5</sub>	30 – 40
N-Kjeldahl	n.a. – 40
N <sub>global</sub>	10 – 50
Total des phosphates	1 – 10
CN (libre)	0,1
Cd	0,05 – 0,2
Cr(VI)	0,01 – 0,1
Cr total	0,02 – 0,5
Cu	0,03 – 0,5
Fe	10 – 15
Hg	0,05 – 0,15
Ni	0,05 – 0,5
Pb	0,05 – 0,5
Sn	0,01 – 2
Zn	0,3 - 2
Total des métaux*	10 – 15
*Sb + Co + V + Tl + Pb + Cu + Cr + Ni + Zn + Mn + Sn + Cd + Hg + Se + Te	

**Tableau 3.134 : Plages de valeurs établies dans les permis de certaines installations**  
[122, Eucopro, 2003]

Sous-produits et déchets générés

Déchets du traitement des effluents et autres déchets pour élimination	Composition	Quantité (kg/tonne de combustibles produits à partir de déchets)
Résidus provenant de l'emballage des déchets acheminés		1,5 - 20
Conteneurs IBC « consignés », conteneurs ou fûts		
Conteneurs métalliques et fûts		
Conteneurs en plastique et fûts		
Palettes		
Gros sacs		
Feuilles de plastique		
Extraction des déchets métalliques pendant l'étape de production	Ces résidus sont composés de parties métalliques qui peuvent être volumineuses	0 - 3
Tamis rotatif, vibrant et statique/rejet de crible	Ces résidus sont composés de blocs de différents déchets solides (tels que des résines, des peintures, des colles, des goudrons, des bitumes, des sols pollués, etc.), des morceaux de bois, du sable, des matières plastiques polluées, des revêtements, des morceaux de feuilles textiles.	
Résidus du traitement des effluents	Par exemple, charbon actif provenant du traitement d'épuration des eaux résiduaires et des effluents gazeux	
Résidus du laboratoire et échantillons rejetés		0,015
Remarque : La quantité de sous-produit est fortement liée au type d'emballage. Par exemple, dans le cas des déchets en petits conditionnements, la fraction de déchets de fer peut atteindre 150 kg/t de combustibles issus des déchets.		

**Tableau 3.135 : Déchets générés dans la préparation des déchets dangereux destinés à servir de combustibles**  
[122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]

Le contrôle de la qualité du sol peut être assuré par le suivi/la surveillance des émissions dans l'air, des effluents et de la qualité des eaux souterraines.

**Préparation de combustibles solides par carbonisation du bois contaminé**

Le bois contaminé peut contenir des POP, du mercure, de l'arsenic et d'autres contaminants types.

**Emissions provenant du traitement des huiles usagées destinées à servir de combustibles**

Le Tableau 3.136 présente les émissions de la préparation des huiles usagées lors de la production d'un combustible liquide.

Filière d'émission	Milieu	Par l'intermédiaire de
Stockage des huiles usagées	Air	Déplacement de vapeur au cours du chargement « Respiration » par le biais des événements
Chaudière	Air	Gaz de combustion par les cheminées. La plupart des installations de re-raffinage des huiles génèrent de la vapeur provenant des chaudières en interne.
Cuves de chauffage	Air	En règle générale, les cuves de chauffage sont des réservoirs isolés en acier moyen. La chaleur est transmise à l'huile par un système d'échange de chaleur qui repose, en règle générale, sur des serpentins à vapeur internes ou « aveugles ». Ce montage peut s'avérer difficile

		à nettoyer et à entretenir. Il peut donc s'ensuivre une utilisation inefficace de l'énergie liée à l'élévation de vapeur. Il se produit une émission de COV lorsqu'on chauffe l'huile pour chasser la vapeur d'eau. La vapeur déplacée qui comprend de la vapeur d'eau et des COV constitue les émissions. L'absorption sur carbone pourrait être utilisée mais peut être affectée par la vapeur d'eau. On peut envisager de recueillir la fraction organique par condensation et d'utiliser cette fraction comme charge de chaudière ou de l'incinérer.
Réservoir de réception de l'huile chaude	Air	COV provenant du transfert de l'huile chaude dans les réservoirs de réception.
Filtration de l'huile à chaud	Air	COV émis lorsque l'huile chaude est filtrée pour en éliminer les solides. L'huile chaude provenant des cuves de chauffage passe généralement à travers des filtres ouverts pour en éliminer les solides. Ils sont situés dans des cours à l'air libre ou dans des bâtiments. Les filtres employés sont généralement des filtres vibrants à mailles métalliques, qui sont plus couramment utilisés pour les agrégats de minéraux. En vue de la commercialisation des mazouts récupérés, il est crucial d'éliminer l'abondante quantité de solides renfermés par l'huile chaude. L'élimination des solides est une opération agressive et les filtres doivent être robustes pour résister tant aux solides qu'à l'huile chaude. Cette étape est source d'émissions de COV et d'odeurs.
Elimination de l'huile contenue dans les effluents	Air	L'huile est extraite de l'effluent liquide avant d'être déversée dans les égouts ou d'autres eaux, habituellement par des intercepteurs d'huile/eau, des séparateurs à plaques inclinées et/ou par des techniques de filtration. Les COV sont une source d'émission importante lorsqu'ils proviennent d'un réservoir de traitement par le biais des canalisations ouvertes et aussi quand ceci est chaud et traverse un séparateur à plaques inclinées.
Elimination de l'huile contenue dans les effluents	Eau	Effluents à destination des égouts. Les COV sont libérés par l'eau chaude dans les égouts
Séparation d'eau	Air	COV libérés pendant l'élimination de l'eau
Stockage de l'huile récupérée	Air	Déplacement des COV
	Sol	Elimination des boues contenues dans les cuves de stockage et de chauffage et dans les unités de filtration

**Tableau 3.136 : Emissions générées par la préparation des huiles usagées destinées à servir de combustibles**  
[55, UK EA, 2001]

Le Tableau 3.137 présente quelques bilans massiques de quatre installations de traitement différentes (A-D)

Site	Déchets ENTRANTS (sauf élément autre que huile/solvant comme les batteries)	Produits	Déversement en égout	Déchets destinés à un traitement hors site	Déchets destinés à la décharge
A	Huile usagée en vrac : 14 340	Mazout pour l'industrie de l'asphalte : 12 800			
	Fluide hydraulique : 15				
	Déchets huileux mixtes : 100				
	Filtres à huiles usagées : 1 355				
	Peintures et solvants 100				

B	Huiles usagées mixtes : 15 000	Mazout : 13 000	Eaux résiduaires : 700	Filtres à huile compactée : 30	Boues : 500
	Filtre à huiles usagées :90				
C	Eau contaminée provenant des intercepteurs de l'usine : 14 000	Mazout destiné à un traitement supplémentaire ou à être assemblé : 2 000	DCO élevé, eaux résiduaires : 13 600		Boues pompables : 300
	Huiles usagées provenant des garages et des usines : 2 000				
	Mazout en surplus : 100				
D	Huiles de lubrification moteur, usagées (en réservoir) : 80 000	Huiles de lubrification usagées traitées pour être utilisées comme combustibles : 72 000	Eaux résiduaires avec des traces d'hydrocarbures : 2 500		Boues provenant des tamis : 6
	Huiles de lubrification usagées dans des fûts : 100				Boues provenant des fonds de réservoir : 6
	Mazout en surplus : 300	Kerogaz (mazout et lubrifiant mélangés) : 1 000			Unités de coupe de fûts de 25 litres : 10
					Débris, chiffons, etc. : 5
Remarques : Les valeurs contenues dans les cellules correspondent à la quantité annuelle exprimée en tonne de la matière mentionnée.					

**Tableau 3.137 : Entrées et sorties des installations de traitement des huiles usagées produisant une matière destinée à servir de combustible**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Déchets ENTRANTS			
Type d'huiles usagées	Quantité annuelle (tonnes)	Teneur en huile (% d'huile)	Teneur en eau (% d'eau)
Huiles moteur usagées	62 000	97	3
Déchets des intercepteurs	25 000	4	96
Huiles solubles	16 000	25	75
Mazouts	7 000	98	2
Huiles provenant des centres de transfert ou du traitement des filtres à huile	4 000	97	3
Autres flux de déchets renfermant des huiles	200	99	1
Déchets SORTANTS et résidus			
Produit			
Huiles usagées nettoyées destinées à servir de combustibles	75 150	99,5	0,5
Élimination en égout		Huiles (mg/l)	DCO (mg/l)
Déversement en égouts	40 000	200	
Éliminations en décharge		% d'huiles (solides secs)	Teneur en eau (% d'eau)
Décharge : cribles	6 000	11	25
Décharge : boues du procédé	12 000	5	50
Décharge : autres déchets	4 000	2	40
Autres éliminations de liquides	4 000	2	98



Autres éliminations de solides	3 000	5	95
--------------------------------	-------	---	----

**Tableau 3.138 : Exemple d'émissions provenant d'une usine de recyclage des huiles qui chauffe l'huile pendant le procédé**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Sorties	Principalement pour produire du mazout <sup>1</sup>	Principalement pour produire du gasoil <sup>2</sup>	Unités (par tonne d'huiles usagées en entrée)
Mazout (32 de 700 MJ et < 0,5 % S)	849		kg
Combustibles secondaires <sup>3</sup>	63		kg
Gasoil		706	kg
Naphta		51	kg
Bitume		38	kg
<b>Emissions</b>			
CO <sub>2</sub>	2 845		équiv. kg
SO <sub>2</sub>	9,8		équiv. Kg
COV	0,08		kg équiv. C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Matières particulaires	0,4		g
Phosphates dans l'eau	0,0012		kg équiv.
Déchets à éliminer	18		kg
Déchets à valoriser	24		kg
Eaux résiduaires		50	kg
Solvants		29	kg
Résidus lourds		61	kg
Naphta		36	kg
Gaz d'échappement		29	kg
<sup>1</sup> Craquage thermique : traitement thermique + chimique (avec H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )			
<sup>2</sup> Craquage thermique ajusté pour produire principalement du gasoil. Finissage avec des étapes de purification et de stabilisation			
<sup>3</sup> Bon nombre sont des combustibles générés pendant le procédé.			

**Tableau 3.139 : Emissions générées par le craquage thermique des huiles usagées**  
[7, Monier et Labouze, 2001], [152, TWG, 2004]

Pour la co-gazéification avec du charbon, les métaux contenus dans l'huile usagée peuvent être fixés dans des cendres lourdes, inertes, non dangereuses. Les composés soufrés sont convertis en sulfure d'hydrogène et éliminés par lavage-épuration classique et convertis en soufre élémentaire. Il n'y a ni métaux, ni émissions fugitives ni émissions de dioxine émanant du procédé de gazéification.

Sorties	Quantité (par tonne d'huiles usagées en entrée)	Unités
Méthanol	1 080	kg
Economie réalisée sur l'entrée principale des combustibles utilisés en règle générale pour la gazéification		
<b>Emissions</b>		
CO <sub>2</sub>	1 431	kg équiv.
SO <sub>2</sub>	0,21	kg équiv.
COV	0,05	kg équiv. C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Phosphates	0,0079	kg équiv. phosphates dans l'eau
Déchets à éliminer	1	kg
Déchets à récupérer	36	kg

**Tableau 3.140 : Sorties générées par la gazéification des huiles usagées**  
[7, Monier et Labouze, 2001]

Emissions dans l'air

Certaines émissions résultant couramment du traitement des huiles usagées visant à produire un produit destiné à servir de combustible sont présentées dans le tableau ci-après (Tableau 3.141)

Question environnementale dans le traitement des huiles usagées	Commentaires
Hydrocarbures chlorés	Ils augmentent le niveau de chlore dans les huiles usagées.
Dioxines	Ils ont été cités par les autorités chargées de l'environnement et de la santé dans une régénération récente d'huile usagée et dans un incendie d'huiles de base.
Plomb	Avec l'option de retraitement, le plomb va finir dans les résidus lourds, ce qui se traduit par le fait qu'il est piégé dans un produit à base de bitume. En raison des modifications des spécifications de l'essence, la contamination par le plomb est en réduction.
Métaux	Dans le procédé de craquage thermique, au moins 98 % des métaux sont éliminés en tant que solides pulvérulents non lixiviables, collectés dans des conteneurs fermés hermétiquement et utilisés comme additifs pour l'asphalte.
Métaux non volatils	Les autres métaux susceptibles d'être présents peuvent être contenus dans le résidu de bitume comme pour le plomb.
HAP	Autrefois, lors du traitement des huiles de base, les HAP constituaient un problème en termes de santé et d'environnement. Les HAP se forment pendant la combustion incomplète des matières organiques. Ils sont relativement difficiles à réduire. Toutefois des tests récents indiquent qu'il est possible de les éliminer dans le procédé de régénération des installations modernes et d'éviter ainsi leur accumulation.
Composés soufrés	Odeur et émissions de SO <sub>x</sub> , en cas d'utilisation comme combustibles à l'intérieur de l'installation de traitement

**Tableau 3.141 : Questions environnementales liées au traitement des huiles usagées destinées à servir de combustibles**

[6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002]

Emissions dans l'eau

La préparation des huiles usagées peut donner naissance à des substances organiques miscibles ou dissoutes, par exemple des désémulsifiants et des détergents, à l'intérieur de l'effluent.

### 3.5.4 Combustibles issus des déchets (déchets SORTANTS)

Cette section a pour objectif de présenter une vue d'ensemble du type de spécifications que les combustibles issus de déchets doivent avoir pour pouvoir être utilisés dans les différents procédés de combustion. L'expression « combustible issu des déchets » est utilisée dans ce document pour désigner le combustible préparé à partir des déchets. Comme énoncé dans le Champ d'application, les descriptions des procédés de combustion proprement dits ne sont pas abordées dans le présent document. La combustion est traitée dans les autres Brefs du secteur industriel relevant de la PRIP.

La co-incinération des déchets a une influence sur le rendement de l'installation, et/ou sur les émissions dans l'air et dans l'eau, et a également une incidence sur la qualité des résidus de combustion et des sous-produits. L'impact de l'utilisation des déchets comme combustibles à la place des combustibles traditionnels est déterminé par les différentes propriétés des déchets par rapport au combustible principal. Par exemple, les émissions provoquées par la combustion des huiles usagées dans une centrale électrique alimentée au charbon, dans une centrale électrique

alimentée au mazout ou dans une cimenterie sont différentes parce que la nature du procédé et les techniques de réduction appliquées, par exemple combustibles liquides opposés à combustibles solides, les techniques de réduction en fin de chaîne, l'alcalinité des fours à ciment, la température de la combustion (de 800 °C pour les fours à lit fluidisé jusqu'à 2 000 °C pour les fours à ciment) et le type d'installation de combustion (centrales électriques, chauffage urbain ou CHP) peuvent être très différents dans chaque cas. En conséquence, ces questions sont traitées dans chaque Bref du secteur industriel, conjointement à la présentation du procédé de combustion appliqué, et de ce fait, ces questions ne peuvent être traitées ici.

Une partie du pouvoir calorifique des déchets destinés à servir de combustibles et les autres propriétés importantes du combustible qui déterminent si un combustible spécifique peut être appliqué dans une installation de combustion proviennent de la composition chimique et des propriétés physiques. L'encrassement, la scorification et la corrosion de la chaudière, lors d'une utilisation en combustion dans des centrales électriques/thermiques, sont des aspects vraisemblablement négatifs qui sont également en rapport avec sa composition chimique, en particulier avec la présence de certains composants dans le mélange total de combustibles, tels que des métaux alcalins, du chlore et du soufre. Ces composants peuvent de ce fait avoir une grande influence sur la disponibilité de la centrale électrique/thermique au plan de la combustion – comme ils peuvent entraîner des interruptions de la centrale ; ils peuvent aussi avoir une incidence sur les caractéristiques des cendres, par exemple sur le comportement au frittage et en fusion. La composition des cendres peut être un facteur important du point de vue des aspects économiques de l'installation de combustion. Les éléments polluants, tels que les métaux lourds, peuvent avoir une incidence négative sur les options d'utilisation des cendres, ce qui se traduit par des coûts élevés pour l'élimination des cendres. La forme physique dans laquelle le combustible est produit revêt également une importance parce que les systèmes d'alimentation doivent être capables d'effectuer des opérations de manutention du combustible sans problème et les particules doivent être suffisamment petites pour permettre une combustion complète dans la technologie de combustion concernée. Les granulés, les fluff, les briquettes et les balles sont les formes physiques les plus couramment appliquées aux combustibles solides issus des déchets.

En outre, pour le procédé de combustion, les substances volatiles sont un paramètre important au plan de la stabilité de la flamme et de la combustion complète du combustible. En règle générale, les combustibles solides issus des déchets comprennent du bois, du papier et des matières plastiques qui ont une teneur élevée en substance volatile, par exemple comparés au charbon.

#### 3.5.4.1 Combustibles solides préparés à partir des déchets solides municipaux

Le Tableau 3.142 ci-dessous présente la plage des compositions des combustibles solides en Europe

Propriétés	Plage	Unités
Matières sèches	75,3 – 78,0	%
Humidité	1,6 – 50	%
Pouvoir calorifique	10 – 40	MJ/kg
Cendres	0,7 – 20	% en poids/poids
Composition des cendres		% en poids/poids
Aluminium	6,9 – 9,2	
Calcium	17,6 – 21,8	
Fer	1,6 – 2,2	
Potassium	1,9 – 2,2	
Magnésium	1,4 – 1,7	
Sodium	1,9 – 2,7	
Silice	17,9 – 20,8	
Titane	1,0 – 1,6	
Chlore	< 0,01 – 1,77	% en poids/poids
Fluor	0,001 – 0,02	% en poids/poids

Soufre	0,02 – 0,6	% en poids/poids
Carbone	47,1 – 50,7	% en poids/poids
Hydrogène	6,6 – 7,0	% en poids/poids
Azote	0,5 – 0,8	% en poids/poids
Oxygène	30,4 – 34,4	% en poids/poids
As	< 0,4 - 160	ppm
Be	0,2 – 0,3	ppm
Cd*	0,16 - 6	ppm
Cd + Hg	7	ppm
Co	0,4 – 7,4	ppm
Cr	2,5 – 226	ppm
Cu	6,8 – 1 340	ppm
Hg	< 0,02 – 1	ppm
Mn	22 – 590	ppm
Ni	< 2,5 – 40	ppm
Pb	2,4 – 300	ppm
Sb	1 - 39	ppm
Se	0,8 – 1,7	ppm
Sn	2 – 27,6	ppm
Te	0,6 – 1,58	ppm
Tl	< 0,1 – 0,8	ppm
V	2,3 – 10,2	ppm
Zn	225 – 500	ppm
EOX	31 - 42	ppm
* Environ 70 % du Cd pouvant être présent dans les déchets solides municipaux est transféré dans les produits combustibles.		

**Tableau 3.142 : Plages extraites des analyses des combustibles solides préparés à partir de déchets solides municipaux en Europe**  
[4, Langenkamp, 1997], [8, Krajenbrink et al., 1999], [21, Langenkamp et Nieman, 2001], [81, VDI et Dechema, 2002]

Paramètre	Unités	Moyenne	80ème percentile	Nombre d'échantillons
Pouvoir calorifique net	MJ/kg	20,6	25,1	179
Teneur en humidité	%	13,4	18,8	346
Teneur en cendre	% DM	13,8	20,6	151
Chlore total	%	0,7	1,1	171
Fluor total	mg/kg DM	100,0	400,0	55
Soufre total	%	0,1	0,4	110
Antimoine	mg/kg DM	10,8	42,4	284
Arsenic	mg/kg DM	1,0	2,0	257
Béryllium	mg/kg DM	0,2	0,3	230
Cadmium	mg/kg DM	2,2	4,9	266
Chrome	mg/kg DM	48,0	82,9	259
Cobalt	mg/kg DM	2,9	4,7	245
Cuivre	mg/kg DM	97,5	560,0	286
Plomb	mg/kg DM	89,0	160,0	265
Manganèse	mg/kg DM	61,0	94,0	229
Mercure	mg/kg DM	0,2	0,3	249
Nickel	mg/kg DM	13,1	26,3	243
Sélénium	mg/kg DM	0,4	1,7	235
Tellure	mg/kg DM	0,4	1,0	222
Thallium	mg/kg DM	0,4	0,5	241
Étain	mg/kg DM	4,0	12,2	192
Vanadium	mg/kg DM	3,6	5,3	241
PCB	Somme DIN 51 527	0,2	0,5	21
Remarques: DM = matières sèches Tous les pourcentages sont exprimés en masse.				

Les déchets solides municipaux utilisés à ce moment-là n'incluaient pas la fraction calorifique élevée des ordures ménagères. Ils contenaient la fraction calorifique élevée provenant des déchets de construction et de démolition et des déchets commerciaux, ce qui explique la valeur énoncée pour le pouvoir calorifique net.

**Tableau 3.143 : Combustibles solides produits à partir de la fraction calorifique élevée des déchets de démolition**  
[21, Langenkamp et Nieman, 2001]

Paramètre	Unités	Matières premières séparées à la source provenant des appartements, des bureaux, etc. <sup>1</sup>	Matières premières séparées à la source provenant des industries et des sociétés <sup>2</sup>
Humidité	%	33,6	16,6
Pouvoir calorifique brut	MJ/kg DM	23,1	21,2
Pouvoir calorifique net	MJ/kg DM	22,3	20,1
Pouvoir calorifique net	MJ/kg	14,0	16,8
Teneur énergétique	MWh/tonne	3,9	4,7
Teneur en cendre	%	10,2	6,7
Matières volatiles	%	74,8	78,3
Chlore	%	0,4	0,3
Aluminium	%	0,6	0,2
Aluminium métallique	%		0,03
Soufre	%	0,2	0,1
Azote	%	1,5	1,4
Sodium	%	0,4	0,1
Sodium soluble	%	0,3	0,1
Potassium	%	0,3	0,1
Potassium soluble	%	0,2	0,1
Mercure	mg/kg DM	0,3	0,1
Cadmium	mg/kg DM	1,2	
Chrome	mg/kg DM	140	
Cuivre	mg/kg DM	80	
Nickel	mg/kg DM	20	
Zinc	mg/kg DM	340	
Manganèse	mg/kg DM	210	
Arsenic	mg/kg DM	8,8	
Plomb	mg/kg DM	52,4	
Remarques : DM= matières sèches Tous les pourcentages sont exprimés en masse. <sup>1</sup> Moyenne dérivée à partir de 742 échantillons <sup>2</sup> Moyenne dérivée à partir de 490 échantillons			

**Tableau 3.144 : Combustibles récupérés produits à partir de fractions séparées à la source de déchets solides municipaux et d'autres déchets combustibles (Finlande)**  
[21, Langenkamp et Nieman, 2001]

Paramètre	Unités	Moyenne	80 <sup>ème</sup> percentile	Nombre d'échantillons
Pouvoir calorifique net	MJ/kg	22,9	25,3	1 402
Teneur en humidité	%	11,5	17,2	1 849
Teneur en cendres	% DM	9,6	11,6	1 308
Chlore total	%	0,4	0,7	1 475
Fluor total	mg/kg DM	100	400	200
Soufre total	%	0,1	0,1	307
Cadmium	mg/kg DM	0,8	3,2	443
Mercure	mg/kg DM	0,2	0,4	402
Thallium	mg/kg DM	0,5	1,5	410
Arsenic	mg/kg DM	1,5	1,7	394
Cobalt	mg/kg DM	2,0	3,8	383

Nickel	mg/kg DM	6,2	16,0	384
Sélénium	mg/kg DM	1,0	2,5	318
Tellure	mg/kg DM	1,0	5,0	322
Antimoine	mg/kg DM	9,4	33,9	547
Béryllium	mg/kg DM	0,2	0,3	343
Plomb	mg/kg DM	25,0	64,4	406
Chrome	mg/kg DM	20,0	43,9	417
Cuivre	mg/kg DM	48,0	118	504
Manganèse	mg/kg DM	28,0	47,0	369
Vanadium	mg/kg DM	3,3	10,0	347
Etain	mg/kg DM	7,0	12,4	114
PCB	Somme DIN 1527	0,2	0,5	134
Remarques : DM = matières sèches Tous les pourcentages sont exprimés en masse.				

**Tableau 3.145 : Combustibles récupérés produits à partir de mono-flux des déchets commerciaux et industriels (données provenant d'une société allemande)**  
[21, Langenkamp et Nieman, 2001]

### Combustibles solides issus des déchets destinés à remplacer le charbon

La principale différence entre le charbon et les combustibles solides issus des déchets est la teneur en soufre, en chlore et en métaux lourds. Dans de nombreux cas, par exemple, si les combustibles solides issus des déchets avec des matières plastiques sont pris en considération et comparés au charbon, le chlore des combustibles récupérés est plus élevé (en règle générale de 0,5 à 1,0 %) et la teneur en soufre est inférieure. Par ailleurs, en règle générale, la teneur en métaux lourds se situe dans une plage similaire (plage ppm) ou peut même augmenter. Les combustibles solides sont commercialisés sous différentes formes physiques. Le Tableau 3.146 présente une vue d'ensemble des différentes formes physiques des combustibles issus des déchets.

Combustibles issus des déchets	Caractérisation physique et chimique
Fluff	Granulométrie, densité globale, teneur en humidité, pouvoir calorifique net, teneur en cendres, composition chimique
Granulés mous	
Granulés durs	
Copeaux	
Poudre	

**Tableau 3.146 : Vue d'ensemble des différentes formes physiques des combustibles issus des déchets (déchets SORTANTS)**  
[126, Pretz et al. 2003], [152, TWG, 2004]

Les exigences des utilisateurs définissent souvent la qualité du produit et la caractérisation du combustible issu des déchets. Les centrales électriques, les cimenteries et les usines à chaux, les centrales de gazéification, les chaudières multicom bustibles, etc., ont des normes différentes en ce qui concerne l'utilisation des combustibles solides, en fonction de leur technologie, du traitement des effluents gazeux et de la spécification du produit.

### Boues d'épuration séchées

De grands volumes de boues d'épuration séchées ayant des pouvoirs calorifiques compris entre 3 et < 10 MJ/kg sont utilisés dans les centrales électriques.

### 3.5.4.2 Spécifications des combustibles issus des déchets à utiliser dans les cimenteries

Les deux tableaux ci-dessous (Tableau 3.147 et Tableau 3.148) contiennent des exemples de spécifications utilisées par les cimenteries dans certains pays. Ces tableaux ne présentent pas une image complète de ce qui se passe actuellement en Europe, aussi il y a lieu de considérer que les informations présentées ne sont pas exhaustives.

Le Tableau 3.147 présente l'échantillonnage et les mesures nécessaires pour l'acceptation des combustibles de remplacement dans les cimenteries dans certains pays.

Substances ou critères à mesurer	Unités	Royaume-Uni	Flandres <sup>1</sup> (Région belge)	Italie <sup>2</sup>	Nouvelle Zélande <sup>3</sup>
Pouvoir calorifique	MJ/kg	23 - 29	> 15	> 15	
Séparation eau/solvant		Non détectable			
Teneur en eau	%				
Total S	%	< 0,3	< 0,4	< 0,6	0,1- 2,8
Total Cl	%	< 2	< 0,5	< 0,9	0,03 – 0,76
Total F, Br, I	%	< 0,5			
F	%		< 0,1		
Total Br, I	%		< 0,01		
Total N	%		< 1,0		
Al	ppm				10 – 1 000
As	ppm	< 50	< 10	< 9	< 50 - 60
Be	ppm		< 1		
Cd	ppm		< 10		< 10 - 20
Cd + Tl	ppm	< 40			
Cd + Hg	ppm			< 7	
Co	ppm	< 100			
Cr	ppm	< 200		< 100	< 10 - 80
Cu	ppm	< 600		< 300 <sup>6</sup>	< 10 - 165
Hg <sup>4</sup>	ppm	< 20			< 10
Hg, Tl	ppm		< 2		
Mn	ppm	< 250		< 400	
Mo	ppm		< 20		
Ni	ppm	< 50		< 40	
Pb	ppm	< 500	< 200	< 200 <sup>5</sup>	10 – 1 080
Sb	ppm	< 50			
Sn	ppm	< 100			
V	ppm	< 50	< 200		
Zn	ppm		< 500		108 – 3 670
Sb, As, Cr, Co, Cu, Pb, Mn, Ni, Sn, V	ppm	< 1 800			
Teneur en solides et en cendres	%	Dépend du type de combustibles issus des déchets		< 20	
Teneur en PCB					< 10
Autres espèces		Dépend du type de combustibles issus des déchets			

<sup>1</sup> Il a été rapporté qu'aucune cimenterie ne fonctionne actuellement en Flandres.

<sup>2</sup> Un producteur de combustibles SRF a rapporté une production de combustibles issus des déchets ayant les caractéristiques suivantes : pouvoir calorifique supérieur à 18,8 MJ/kg, teneur en eau inférieure à 20 %, teneur totale en chlore inférieure à 1 % et teneur en cendres inférieure à 6 %.

<sup>3</sup> Pour huiles usagées utilisées dans une cimenterie

<sup>4</sup> Des valeurs inférieures ont été rapportées (2 à 5 ppm si l'installation est équipée de filtres à manches avec du charbon actif et moins de 1 ppm lorsque de tels équipements ne sont pas mis en œuvre) mais il n'a été donné aucune référence à un pays ou à une installation

<sup>5</sup> Fait référence uniquement au Pb volatil

<sup>6</sup> Fait référence uniquement aux composés Cu solubles

Des données supplémentaires sont disponibles dans la législation allemande (Tableau I de Stellungnahme der LAGA zu RAL GZ 724) et dans les travaux réalisés par le CEN/TC 343 WG 2



**Tableau 3.147 : Exemples de spécifications d'un déchet pouvant être accepté comme combustible dans les fours à ciment de certains pays**  
[4, Langenkamp, 1997], [37, Woodward-Clyde, 2000], [52, Ecodeco, 2002], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

Le Tableau 3.148 présente certains exemples de spécifications appliquées aux différents types de déchets en vue de leur acceptation dans des cimenteries françaises.

Substances ou critères à mesurer	Unités	Catalyseurs	Boues industrielles	Eau polluée avec une DCO élevée (> 10 000 ppm)	Nourriture pour animaux	Graisses animales	Huiles usagées
PCB/PCT	ppm	< 50	< 50	< 50			< 50
Pentachlorophénol		Aucun	Aucun	Aucun			Aucun
Hg	ppm	< 10	< 10	< 10			
Hg + Cd + Tl	ppm	< 100	< 100	< 100			
Sb + As + Pb + Cr + Co + Ni + V + Sn + Te + Se	ppm	< 10 000	< 2 500	< 2 500			
Métaux lourds	%						< 1
pH			3 - 12	3 - 12			3 - 12
Pouvoir calorifique	kJ/kg		8 400	8 400	18 800	38 500	38 500
Total des hydrocarbures	%	< 0,5					
CaO + SiO <sub>2</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	> 80*					
Eau	%	< 10	40 - 70				< 15
Alcalins (Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O)	%	< 5	< 1,5	< 5			< 5
Cl total	%	< 0,6	< 0,3	< 0,6	< 0,6	< 0,1	< 0,6
S total	%	< 5	< 2	< 2	< 0,4	< 0,1	< 2
P total (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	< 2	< 5				
F	%	< 2					
Br	%	< 0,5					
I	%	< 0,5					
F + Br + I	%		< 1	< 1			< 1
Résidu solide à 900 °C	%		< 30	< 5			< 5
Viscosité à 20 °C	cp			250			250

Remarques :

\* sur une base sèche

Les types de déchets non acceptés en vue de leur traitement dans les cimenteries en France sont les produits radioactifs, les explosifs, les peroxydes, les perchlorates et les oxydants forts, les cyanures minéraux, les déchets hospitaliers, les déchets pollués par des microbes pathogènes et les liquides hautement inflammables.

Certains des déchets énumérés ci-dessus correspondent aux déchets qui sont envoyés directement par le producteur de déchets à la cimenterie, et ensuite ces derniers ne sont pas traités avant d'être utilisés dans les cimenteries. Certains déchets énumérés ci-dessus ne correspondent pas strictement à une utilisation des déchets comme combustibles.

Certaines substances ci-dessus mentionnées ont une incidence sur le procédé du four à ciment ou sur le produit (par exemple alcalins, phosphore, viscosité). Pour toute information complémentaire, consulter le Bref sur le ciment et la chaux.

**Tableau 3.148 : Exemples de spécifications de différents types de déchets en vue de leur acceptation comme combustibles dans les cimenteries françaises**  
[46, Szabo, 2002], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

Substance	A		B	C
	mg/MJ	mg/kg (à 25 MJ/kg)	mg/kg	mg/kg
Ag	0,2	5	-	-
As	0,6	15	20	30
Ba	8	200	600	1 000
Be	0,2	5	3	3
Cd	0,08	2	0,8	1

Co	0,8	20	30	100
Cr	4	100	100	200
Cu	4	100	100	200
Hg	0,02	0,5	0,5	0,5
Ni	4	100	100	200
Pb	8	200	50	75
Sb	0,2	5	1	5
Se	0,2	5	1	5
Sn	0,4	10	50	30
Tl	0,12	3	1	2
V	4	100	200	300
Zn	16	400	400	400
Composés organiques toxiques	Aucune valeur standard. Toutefois, certaines restrictions sont mentionnées si les PCB, les dioxines ou des composés toxiques similaires sont soupçonnés d'être présents ou si des composés organiques sont présents.			
<p>La colonne A concerne les déchets utilisés comme combustibles introduits dans le brûleur principal à la sortie du clinker du four rotatif ou à l'entrée du four rotatif. Les valeurs standard de la colonne A (mg/MJ) sont basées sur le pouvoir calorifique inférieur des déchets. A des fins de clarté, les valeurs standard en (mg/kg de déchets) reposent sur le pouvoir calorifique inférieur de 25 MJ/kg. La valeur de 25 MJ/kg correspond au pouvoir calorifique du charbon dur. Si le pouvoir calorifique du déchet est inférieur ou supérieur à 25 MJ/kg, la teneur autorisée en métaux lourds change proportionnellement.</p> <p>La colonne B concerne les déchets utilisés comme matières premières en variante dans la production de clinker. Ces déchets remplacent une partie des matières premières normalement utilisées ou permettent de corriger la composition des matières premières, c'est-à-dire la teneur en calcium, en fer, en silice ou en aluminium.</p> <p>La colonne C concerne les déchets utilisés à l'étape de broyage dans la production de ciment Portland. Le ciment Portland est constitué par 90 à 95 % de clinker de ciment broyé et 5 à 10 % de gypse ainsi que d'autres matières ajoutées à l'étape du broyage.</p>				

**Tableau 3.149 : Valeurs standard relatives à la teneur en polluants des déchets utilisés dans les fours à ciment en Suisse**  
[150, TWG, 2004]

### 3.5.4.3 Huiles usagées utilisées comme combustibles

Les huiles usagées ont certaines propriétés précieuses pour leur utilisation comme huile de coupure des mazouts, par exemple elles ont une teneur en soufre et une viscosité inférieure par comparaison à d'autres fuels lourds. L'assemblage avec du mazout à la raffinerie peut constituer une option viable pour les huiles lorsqu'il peut être démontré que les niveaux de contaminants sont à l'intérieur de limites acceptables pour la spécification du mazout.

Les huiles usagées s'utilisent comme combustibles dans un certain nombre de centrales électriques au Royaume-Uni. Le Tableau 3.150 ci-dessous présente une spécification type. Il est rapporté que les fournisseurs d'huiles usagées ont constamment des difficultés pour être en conformité avec la spécification du chlore en raison de la contamination des huiles usagées au Royaume-Uni. Ce fait est dû aux autres déchets tels que les huiles de transformateur et les graisses chlorées.

PROPRIETES	Unités	Min.	Max.
<b>Physiques</b>			
Densité à 15 °C		0,88	0,95
Point éclair	g/cm <sup>3</sup>	65	
Pouvoir calorifique net	°C PMCC	40	
Viscosité à 40 °C	GJ/tonne	<b>30</b>	<b>55</b>
<b>Chimiques</b>	<b>Centistokes</b>		
Teneur en eau	% en poids/poids	0	3
Soufre	% en poids/poids	0	1
Chlore	ppm	0	1 100
PCB	ppm	0	10
Plomb	ppm	0	200
Vanadium	ppm	0	50
Cuivre	ppm	0	50

Cadmium	ppm	0	10
Chrome	ppm	0	30
Nickel	ppm	0	50

**Tableau 3.150 : Spécifications types du mazout valorisé alimentant des centrales électriques au Royaume-Uni**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002], [67, DETR, 2001]

### Déchets SORTANTS du recyclage moyen des huiles usagées

Les huiles usagées nettoyées sortant de ces procédés sont généralement assemblées avec d'autres mazouts. Les huiles usagées traitées contiennent encore des métaux lourds, des halogènes et du soufre.

### Déchets SORTANTS du craquage thermique des huiles usagées

Le Tableau 3.151 présente un aperçu des composants présents dans les produits émanant du craquage thermique des huiles usagées.

Questions environnementales	Commentaires
Hydrocarbures chlorés	Si le combustible craqué est hydrotraité, les composés chlorés sont éliminés. Les PCB lourds (dont le point d'ébullition est supérieur à celui de l'huile usagée) sont détruits au cours de ce procédé. Les PCB légers ne sont que partiellement détruits pendant ce procédé. Des composés de chlorure organique peuvent toujours être présents dans le distillat.
Chlore	Le gouvernement néerlandais a défini une spécification maximale pour le chlore, de 50 ppm.
Métaux	L'efficacité de la colonne sous vide permet la production de distillats ayant des teneurs en métaux inférieures à 1 ppm. Tous les métaux présents dans l'huile usagée finissent dans les fonds de la section de craquage.
HAP	Les HAP lourds sont craqués, et sont brûlés avec du naphta léger. Les HAP légers sont ajoutés au groupe de combustibles légers.
Soufre	L'essence aura une teneur en soufre qui dépend du niveau de soufre contenu dans la charge d'huile usagée et du procédé de stabilisation appliqué.

**Tableau 3.151 : Composants des déchets SORTANTS du craquage thermique des huiles usagées**  
Silver Oil Recovery Inc., 2000], [150, TWG, 2004]

Il est vraisemblable qu'afin de satisfaire aux exigences de l'Union européenne en ce qui concerne la teneur en soufre des combustibles liquides (automobile et/ou mazout domestique) que les produits craqués obtenus vont devoir subir un traitement en vue de réduire leur teneur en soufre ou être assemblés avec des produits à plus faible teneur en soufre (ce qui fait usage indirectement de la capacité de désulfurisation d'un tiers).

Sorties	Unités (par tonne d'huiles usagées en entrée)	Destiné principalement à la production de combustible <sup>1</sup>	Destiné principalement à la combustion de gasoil <sup>2</sup>
Mazout (32 de 700 MJ et < 0,5 % de S)	kg	849	
Combustibles secondaires <sup>3</sup>	kg	63	
Gasoil	kg		706
Naphta			51
Bitume	kg		38
<sup>1</sup> Craquage thermique : traitement thermique + traitement chimique (avec H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )			
<sup>2</sup> Craquage thermique ajusté pour produire principalement du gasoil. Finissage avec une étape de purification et de stabilisation			
<sup>3</sup> Bon nombre d'entre eux sont des combustibles générés pendant le procédé.			

**Tableau 3.152 : Sorties générées par craquage thermique des huiles usagées**  
[7, Monier et Labouze, 2001], [152, TWG, 2004]

### Déchets SORTANTS provenant de la gazéification des huiles usagées

Pour la co-gazéification avec du charbon, les métaux contenus dans l'huile usagée peuvent être fixés dans des cendres lourdes non dangereuses, inertes. Les composés soufrés sont convertis en sulfure d'hydrogène et éliminés par un lavage traditionnel et convertis en soufre élémentaire. Il n'y a ni métaux, ni émissions fugitives ni émissions de dioxine provenant de ce procédé.

Sorties	Unités	Quantité (par tonne d'huiles usagées en entrée)
Méthanol	kg	1 080
Economie réalisée sur l'entrée principale des combustibles utilisés en règle générale pour la gazéification		

**Tableau 3.153 : Sorties générées par la gazéification des huiles usagées**  
[7, Monier et Labouze, 2001]

#### 3.5.4.4 Systèmes d'assurance qualité

Les informations présentées dans cette section proviennent d'une étude sur les systèmes d'assurance qualité existants et sur les développements récents.

##### CEN/BT/TF 118 européen

Le groupe de travail 118 du comité européen de normalisation (CEN Task Force 118) « Combustibles solides issus des déchets » a été constitué en Avril 2000. Il a été mis sur pied pour préparer un rapport technique sur la production et l'utilisation de combustibles solides issus des déchets dans l'Union européenne, ainsi que pour mettre au point un programme de travail pouvant servir de point de départ pour une future norme européenne. Le modèle de classement européen est fondé sur les caractéristiques des combustibles solides de récupération, les matières sources et l'origine. D'après la conclusion du rapport, il est effectivement nécessaire de mettre au point une norme européenne. Le comité européen de normalisation (CEN) a été mandaté pour élaborer, à titre de première étape, un jeu de spécifications techniques concernant les combustibles solides issus des déchets, et produits exclusivement à partir de déchets non dangereux, afin de récupérer l'énergie dans les usines d'incinération ou de co-incinération. Dans un deuxième temps, le comité européen de normalisation (CEN) a été mandaté pour transformer ce jeu de spécifications techniques en normes européennes.

##### RAL allemand

Au début de 1999, une association allemande a lancé le label de qualité pour les combustibles solides élaborés à partir des déchets non dangereux. Ce label est décerné à des producteurs de combustibles solides issus des déchets qui satisfont à certaines exigences de qualité et de constance dans la qualité. Les normes appliquées à l'origine concernent l'industrie du ciment et les centrales électriques. En conséquence, les combustibles solides issus des déchets doivent maintenant satisfaire aux critères énoncés dans les annexes 1 et 2 du système d'assurance qualité. L'annexe 1 contient la liste de tous les déchets de base, autorisés, susceptibles d'être utilisés pour les combustibles solides. L'annexe 2 fournit les valeurs à respecter. Ces valeurs sont présentées dans le Tableau 3.154. Les inspections s'effectuent en deux phases dans le cadre des procédures d'approbation ainsi que dans le cadre des procédures de supervision. Ces systèmes comprennent l'échantillonnage des matières, les modes de calcul des valeurs moyennes, les procédures d'approbation (première inspection), l'auto-surveillance, une supervision indépendante et une réinspection.

Paramètre	Teneur des métaux lourds <sup>4)</sup>	
	Moyenne (mg/kg matières sèches)	80 <sup>ème</sup> percentile (mg/kg matières sèches)
Pouvoir calorifique		
Humidité		

Teneur en cendres			
Teneur en chlore			
Cadmium	4	9	
Mercure	0,6	1,2	
Thallium	1	2	
Arsenic	5	13	
Cobalt	6	12	
Nickel	25 <sup>1)</sup>	80 <sup>2)</sup>	50 <sup>1)</sup> 160 <sup>2)</sup>
Sélénium	3	5	
Tellure	3	5	
Antimoine <sup>5)</sup>	50	120	
Plomb	70 <sup>1)</sup>	190 <sup>2)</sup>	200 <sup>1)</sup> - <sup>3)</sup>
Chrome	40 <sup>1)</sup>	125 <sup>2)</sup>	120 <sup>1)</sup> 250 <sup>2)</sup>
Cuivre	120 <sup>1)</sup>	350 <sup>2)</sup>	- <sup>3)</sup> - <sup>3)</sup>
Manganèse	50 <sup>1)</sup>	250 <sup>2)</sup>	100 <sup>1)</sup> 500 <sup>2)</sup>
Vanadium	10	25	
Etain	30	70	
Béryllium	0,5	2	
<sup>1)</sup> Pour combustibles solides de récupération issus des déchets de production spécifiques <sup>2)</sup> Pour les combustibles solides de récupération issus des fractions calorifiques élevées des déchets municipaux <sup>3)</sup> Sous réserve, dans l'attente d'une base de données fiable provenant du traitement des combustibles <sup>4)</sup> Les teneurs en métaux lourds mentionnées sont valables jusqu'à un pouvoir calorifique NCV <sub>DM</sub> de ≥ 16 MJ/kg pour les fractions calorifiques élevées provenant des déchets municipaux et jusqu'à un pouvoir calorifique NCV <sub>DM</sub> ≥ 20 MJ/kg pour les déchets de production spécifiques. Pour des pouvoirs calorifiques plus faibles, les valeurs mentionnées doivent être réduites en conséquence, un accroissement de ces valeurs n'est pas autorisé. <sup>5)</sup> Valeurs adaptées en cas de digestion avec de l'eau régale (acide chlorhydronitrique) dans un système à micro-ondes fermé			

**Tableau 3.154 : Teneurs en métaux lourds à respecter conformément à BGS/12/ [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]**

### SFS 5875 finlandaise

Le système d'élimination des déchets finlandais repose sur une collecte séparée des déchets destinés au recyclage et à la production des combustibles solides issus des déchets. Différents déchets solides sont utilisés dans les chaudières finlandaises aux normes techniques très élevées, ce qui garantit ainsi une production énergétique très efficace associée à de faibles niveaux d'émission. L'utilisation des combustibles solides issus des déchets dans les chaudières poly-combustibles finnoises est considérée comme « très appropriée ». Les réglementations concernent les fractions très calorifiques de solides secs collectés séparément ou des fractions très calorifiques, sèches dérivées des ordures ménagères. La réglementation définit des opérations et exige un contrôle de la production des combustibles solides issus des déchets. Elle fait aussi référence à toute la chaîne de gestion des déchets depuis la récupération des déchets papier jusqu'à l'élimination. Pour chaque partie de la chaîne d'élimination, la norme exige qu'une personne soit désignée afin d'assumer la responsabilité de la surveillance du respect des exigences techniques et de qualité.

Comme c'est le cas pour la norme allemande, les annexes de la norme finlandaise définissent des exigences pratiques en ce qui concerne les valeurs de seuil pour les métaux lourds, ainsi que pour le cadre général des analyses, de l'échantillonnage, etc. Les valeurs de seuil doivent être fixées et respectées tout comme la réglementation concernant les contrats. Y sont inclus les opérations de supervision ainsi que les exigences de qualité et classes de qualité.

En comparaison avec la norme allemande, la norme finlandaise divise les déchets en trois classes de qualité. Pour catégoriser les combustibles solides issus des déchets en Finlande, sept éléments sont analysés. Le Tableau 3.155 présente les critères régissant le classement en classes de qualité.

Paramètre	Unité	Classes de qualité
	I	II III

Chlore	% en poids	< 0,15	< 0,5	< 1,5
Soufre	% en poids	< 0,2	< 0,3	< 0,5
Azote	% en poids	< 1,0	< 1,5	< 2,5
Potassium et de sodium	% en poids	< 0,2	< 0,4	< 0,5
Aluminium (métallique)	% en poids	- <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>3)</sup>
Mercure	mg/kg	< 0,1	< 0,2	< 0,5
Cadmium	mg/kg	< 1,0	< 4,0	< 5,0
<sup>1)</sup> L'aluminium métallique n'est pas autorisé, mais il est accepté dans les limites de la précision annoncée <sup>2)</sup> L'aluminium métallique est minimisé par un tri à la source et par le procédé de production de combustible. <sup>3)</sup> La teneur en aluminium métallique est approuvée séparément.				

**Tableau 3.155 : Classes de qualité selon SFS 5875/13/  
[126, Pretz et al., 2003]**

### ÖG SET autrichienne

Dans le cadre d'un projet conjoint de la « Communauté de la qualité autrichienne pour les sources d'énergie secondaires » (Österreichische Gütegemeinschaft für Sekundärenergieträger), un concept d'assurance qualité a été mis au point pour les combustibles solides de récupération (SRF).

#### Objectif

Afin de satisfaire aux exigences de l'utilisation thermique des déchets/résidus dans la co-incinération industrielle, la qualité des déchets/résidus doit être définie avec précision. Pendant la production des combustibles issus des déchets, il convient d'accorder une attention particulière à l'assurance qualité de ces fractions prédéfinies. Pour la faisabilité technique à l'échelle industrielle, l'expérience pratique a montré que non seulement les contenus chimiques et la composition, définis par l'origine des déchets, mais aussi les paramètres physiques tels que la taille des particules et l'agglomération, définis par le pré-traitement mécanique, afin de satisfaire à ces exigences de l'ÖG-SET, sont décisifs.

Afin d'atteindre ces exigences, l'association ÖG-SET a défini comme base d'un label qualité les objectifs ci-après :

- élaboration de réglementation pour l'échantillonnage et la préparation des échantillons
- évaluation des implications des réglementations élaborées sur l'utilisation des combustibles solides de récupération dans la co-incinération industrielle, la production d'électricité et la production thermique
- préparation d'un concept d'assurance qualité

#### Organisation

La principale condition préalable pour l'entrée en vigueur des réglementations obtenues est d'avoir le soutien massif des sociétés concernées par la production et l'utilisation thermique des combustibles solides de récupération.

#### Activités

Les activités suivantes sont réalisées :

- liste des critères d'utilisation des SRF dans les différentes usines d'incinération/centrales de production d'énergie et centrales thermiques, industrielles
- préparation des réglementations concernant l'échantillonnage des SRF
- réalisation de tests inter-laboratoires pour déterminer les écarts par rapport aux normes dans le contenu moyen résultant de l'échantillonnage, de la préparation et de l'analyse des échantillons
- préparation d'un concept d'assurance qualité
- définition des exigences de base pour l'obtention d'un label qualité

En prenant en compte cinq branches industrielles et les technologies appliquées pour l'utilisation thermique (par exemple, brûleurs de poussière de charbon, fours rotatifs, lits

fluidisés), cinq groupes de travail (industrie du ciment, industrie de la pâte à papier/du papier et du carton, centrales électriques, industrie de l'acier et industrie du bois) ont été constitués. Dans chaque groupe, des producteurs et des utilisateurs de SRF ont participé pour garantir une approche holistique. Pour les différentes technologies d'utilisation, des critères essentiels ont été rassemblés et définis pour l'utilisation thermique des déchets et des résidus. On distingue, principalement, trois types différents d'attributs de qualité :

- critères d'exclusion
- attributs de qualités physico-chimiques
- autres attributs de qualité

Ces attributs de qualité contiennent un recueil des critères et des attributs de qualité définis par les groupes de travail. Chaque gestionnaire d'installation en prenant en compte les exigences de son installation, peut choisir des attributs pour la qualité des SRF requis dans ces listes. Pour l'approvisionnement, les critères peuvent être inclus dans la spécification du SRF.

### *Préparation des éléments de base de la spécification*

La préparation d'une fiche de spécification facilite la communication entre le producteur de SRF et l'utilisateur. Pour l'approvisionnement des SRF, des critères supplémentaires comme énoncés ci-après peuvent être établis :

- critères de transport et de stockage (par exemple masse volumique en vrac)
- type de transport (par exemple, par route, par rail).

Les informations supplémentaires peuvent faciliter considérablement la manutention des SRF.

### *Test inter-laboratoires*

Deux schémas de test des SRF (l'un moins hétérogène et l'autre plus hétérogène) ont été élaborés. Un test a été réalisé pour évaluer les paramètres de guidage définis avec l'évaluation statistique des données existantes. Les paramètres chimiques provenant de la liste des critères ont également fait l'objet d'une étude. La première étape a consisté à calculer la masse d'échantillon et le nombre d'échantillons, à partir d'un cadre, fourni par le groupe de travail CEN TC 292 WG1 « Caractérisation des déchets - Techniques d'échantillonnage des déchets » (projet du 02/2001). Le volume des échantillons et le nombre d'échantillons ont été calculés en utilisant un écart total ciblé, la granulométrie, la masse volumique en vrac et le caractère hétérogène des déchets exprimé par l'écart standard atteint dans les examens précédents. Les résultats de l'essai inter-laboratoires ont permis de définir des recommandations pour l'échantillonnage et la préparation des échantillons.

### *Préparation d'un concept d'assurance qualité*

Pour garantir les critères de qualité requis, un concept de qualité est actuellement en cours d'élaboration, qui prend en compte les demandes spéciales d'application et d'utilisation des SRF.

### **Assurance qualité des sociétés**

Il existe des systèmes d'assurance qualité internes dans certaines sociétés. Le Tableau 3.156 en présente un exemple.

Etape du procédé	Mesures	Mesures supplémentaires
Origine (producteur de déchets, centre de tri, traitement biomécanique)	Collecte des déchets, suppression des impuretés, arrangements contractuels sur les qualités de déchets autorisées, analyse de déclaration, documentation des quantités éliminées	Cours de formation pour les producteurs de déchets, contrôles périodiques des sociétés productrices de déchets par l'éliminateur
Installation de traitement (livraison)	Echantillonnage et analyse réguliers, échantillons de réserve, documentation sur les entrées et les quantités traitées	Echantillonnage et analyse réguliers des matières sortantes par un expert



Installation de traitement (sortie)	Echantillonnage et analyse réguliers, échantillons de réserve, documentation sur les quantités livrées	officiel externe
Fours à ciment et fours à chaux, centrales électriques	Echantillonnage et analyse réguliers, échantillons de réserve, documentation sur les quantités en entrée	

**Tableau 3.156 : Système d'assurance qualité de RWE Umwelt AG (Allemagne)**  
[126, Pretz et al., 2003]

### 3.6 Emissions et consommations émanant des traitements de réduction en fin de chaîne

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003]

Cette section concerne les émissions émanant des procédés/activités, couramment dénommées techniques de fin de chaîne ou techniques de réduction, utilisées dans le secteur des déchets pour le traitement des effluents gazeux, des eaux résiduaires et des déchets solides produits par les procédés avant élimination de ces flux. Ces procédés ont pour objectif principal de réduire la concentration des polluants dans les flux en sortie. Les charges et les concentrations de polluants dans ces flux sont réduites par des procédés de réduction en fin de chaîne, mais certains polluants peuvent rester dans les flux et d'autres peuvent être générés. Ces techniques à proprement parler ne sont pas décrites dans cette section, car il s'agit de techniques à prendre en considération dans la détermination des MTD, et, en conséquence, elles sont analysées dans le chapitre 4. Certaines des descriptions présentées dans ce document sont succinctes car elles sont par ailleurs disponibles dans d'autres documents BREF (par exemple BREF sur les effluents gazeux et les eaux résiduaires).

#### Emissions et consommations des traitements des eaux résiduaires

En règle générale, les effluents provenant des installations de traitement des déchets contiennent des produits chimiques organiques (par exemple mesurés sous forme de COT ou de DCO), de l'azote, du phosphore et du chlorure étant donné que la plupart des déchets contiennent à l'origine certaines matières organiques, même si leur présence est uniquement associée à des écoulements accidentels de combustibles/huiles provenant des véhicules sur le site ou du dégivrage. De grandes quantités de DCO, d'azote, de phosphore et de chlore sont susceptibles d'affecter les performances des stations d'épuration des eaux résiduaires.

Les principales émissions provenant des systèmes d'épuration des eaux résiduaires sont le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitreux, pour les émissions dans l'air et le COT, l'azote, le phosphore et le chlorure pour les émissions dans l'eau ou dans les égouts. Les déversements aqueux sont généralement surveillés, mais les émissions dans l'air le sont rarement. En règle générale, il existe un certain nombre d'informations sur les déchets en entrée qui devraient permettre aux gros volumes de déchets riches en azote entrants d'être identifiés, et de calculer une émission minimum d'azote dans l'air sur la base du bilan massique en utilisant les données de déversement. S'il existe des informations relatives au COT/DCO au niveau des déchets ENTRANTS, il est alors possible d'effectuer un calcul approximatif des émissions de dioxyde de carbone.

En outre, il pourrait y avoir un quelconque nombre d'émissions supplémentaires en fonction des déchets ENTRANTS, comme indiqué dans le Tableau 3.157, ou en fonction de l'étape utilisée dans la station d'épuration des eaux résiduaires.

Partie station d'épuration des eaux résiduaires	Emissions
Réception	Il est important dans les systèmes de traitement biologique des déchets liquides que le flux de substrat soit relativement constant, de ce fait les fosses de réception ou les réservoirs de compensation constituent une caractéristique importante du procédé. Ils sont généralement remplis par des camions citernes ou par un tuyau

	les reliant à la source. Il existe un risque d'écoulement accidentel et d'émissions dans l'air (potentiellement stripping à l'air) lors du transfert ou du mélange des déchets par des unités d'aération à l'intérieur de ce réservoir. Les constituants chimiques volatils sont les plus susceptibles de se traduire par des émissions fugitives dans l'air, le cas échéant.		
Procédés primaires	Les étapes initiales du traitement assurent généralement l'élimination des solides grossiers ou fins. Elles peuvent inclure un criblage grossier et/ou fin, une première sédimentation ou une flottation à l'air dissous. Les principales sources potentielles d'émissions se situent au niveau des activités de transfert en provenance et à destination de ces procédés. Certains composants peuvent de préférence se concentrer dans les solides qui sont collectés et stockés après le traitement primaire. Il est possible d'utiliser des floculants ou d'autres additifs pour la clarification et ils peuvent ajouter des espèces supplémentaires au flux.		
Procédés secondaires	Ces procédés comprennent de manière prédominante une étape aérobie dans laquelle les effluents sont aérés avec de l'oxygène ou de l'air (temps de rétention hydraulique (HRT) : 0,5 – 3 jours) pour convertir les substances organiques solubles en micro-organismes (boue) et effluent final. Les émissions peuvent provenir d'une activité intense dans le réservoir d'aération et peuvent se traduire par un entraînement dans l'air des volatils. En règle générale, on suppose que si les déchets peuvent être traités de cette manière, les émissions ne sont pas dangereuses puisque le procédé est biologique. Bien que cela soit généralement le cas, cela ne l'est pas nécessairement : il existe un exemple (dans le passé), où un carcinogène connu a été rejeté par stripping à l'air dans un réservoir d'aération, sans pour autant avoir une incidence sur les performances de l'installation. Il n'est pas facile de déterminer que tous les composés intermédiaires potentiels susceptibles d'être présents sous forme de composés organiques complexes, sont décomposés pendant le procédé ou de déterminer leur volatilité dans ces circonstances. Après avoir séjourné dans le bassin d'aération, l'effluent final est invariablement séparé dans un autre bassin de clarification ou de sédimentation. Là encore, certains constituants organiques et des métaux peuvent s'accumuler biologiquement dans la boue.		
	<i>Emissions gazeuses dans l'air*</i>	<i>Emissions aqueuses à destination des égouts ou des eaux contrôlées</i>	<i>Boue/compost destinés à une réutilisation ou à une élimination ultérieure en décharge</i>
Systèmes aérobie	Dioxyde de carbone, odeurs (principalement dus aux composés organiques), microbes	COT/N/P/Cl	COT/N/P
Systèmes anaérobies	Méthane, dioxyde de carbone, microbes	COT/N/P/Cl	COT/N/P
* La plage actuelle des gaz produits est beaucoup plus importante et est susceptible d'inclure de l'ammoniac et du monoxyde de carbone dans tous les procédés, mais leur présence est marginale comparée aux principaux produits de dégradation.			

**Tableau 3.157 : Emissions provenant des différentes étapes d'une station d'épuration des eaux résiduaires**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Le Tableau 3.158 présente certaines valeurs qualitatives des émissions émanant des traitements d'épuration des eaux résiduaires et présente quelques recommandations concernant leur mode de calcul.

	Emission dans l'air	Emissions dans les eaux de surface/égouts	Emissions dans le sol et déchets solides
Ammoniac	Faible. Lorsque des déchets à forte teneur en ammoniac sont acceptés, il peut être possible d'effectuer un		

	bilan massique sur certains sites. L'ammoniac peut également être généré dans l'élimination des solides colloïdaux en cas de filtration sous vide.		
Dioxyde de carbone (kg)	Il est possible d'estimer l'émission à partir de $COT_{\text{sortie}} - COT_{\text{entrée}}$		
Méthane	Faible		
Oxyde nitreux	Faible		
Autres espèces : métaux et organiques		Il peut être possible d'estimer l'entrée à partir d'une analyse des déchets puis d'effectuer des calculs à partir des données analytiques provenant de la sortie du site, ou de l'étude des possibilités de rejets dans l'air, dans l'eau et de boue	
COT			
DCO			
DBO		10 à 20 mg/l (moyenne mensuelle pondérale du flux) pour chaque charge entrante	
N total			L'azote et le phosphore dans l'effluent proviennent du traitement de l'acide nitrique, des composés d'ammoniac, des amines, etc., et de l'acide phosphorique.
P total			
Chlorure			
Fluorure		Le fluorure n'est pas un constituant courant de l'effluent, sauf si le site accepte effectivement des déchets en contenant.	
Métaux lourds			Lorsque les sources de mercure ou de cadmium ne peuvent être éliminées ou réduites par un contrôle à la source, une réduction est exigée pour contrôler les rejets dans l'eau. Dans un traitement biologique, 75 à 95 % de ces métaux sont transférés dans les boues. Il est peu probable que leurs niveaux entraînent des problèmes pour l'élimination des boues, mais il y a lieu de prendre les précautions nécessaires pour s'assurer que les niveaux dans l'eau dans laquelle

			ils sont rejetés sont acceptables.
--	--	--	------------------------------------

**Tableau 3.158 : Emissions émanant du traitement d'épuration des eaux résiduaires**  
[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003]

#### Emissions de COV

Les émissions émanant du traitement aérobique peuvent provenir du bassin d'aération lorsque l'aération est vigoureuse et peuvent se traduire par un entraînement dans l'air de composés volatils. On suppose souvent que si les déchets peuvent être traités de cette manière, les émissions ne sont pas dangereuses puisque le procédé est biologique. Ceci n'est pas nécessairement vrai et il existe par exemple, un cas dans le passé où un carcinogène connu a été libéré (par stripping à l'air dans un bassin d'aération) sans avoir pour autant une incidence sur les performances de l'installation. Il n'est pas facile de déterminer que tous les composés intermédiaires potentiels susceptibles d'être présents sous forme de composés organiques complexes sont décomposés dans le procédé ou de déterminer leur volatilité dans des circonstances différentes. Il est à prévoir que les charges d'alimentation contenant un contaminant organique volatil connu puissent libérer des émissions dans l'air à ce point du procédé. Un scénario similaire pourrait se produire pour les charges avec un excès d'azote.

#### Emissions d'ammoniac dans l'air

L'ammoniac est souvent généré par des systèmes de stripping à l'air dans les stations d'épuration des eaux résiduaires traitant des déchets à teneur élevée en azote tels que les lixiviats des décharges.

#### Boues

Après le bassin d'aération, l'effluent final est invariablement séparé dans un autre bassin de clarification ou de sédimentation. Là encore, certains constituants organiques peuvent s'accumuler biologiquement dans la boue.

### **3.7 Surveillance**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]

Cette section présente une vue d'ensemble des pratiques de surveillance et de création de rapports mises en œuvre dans le secteur du traitement des déchets. Cette section a pour objectif de présenter les pratiques qui sont déjà utilisées en Europe afin de fournir aux autorités chargées de délivrer des autorisations d'exploitation une meilleure ligne directrice sur le choix des méthodologies de surveillance appropriée, la fréquence de la surveillance, les critères d'évaluation de la conformité et une surveillance environnementale appropriée. Toutefois, cette section ne choisit aucun type spécifique de méthodologie de mesure, de fréquence ou de procédure d'évaluation pas plus qu'elle n'étudie des critères spécifiques d'évaluation de la conformité. Certaines informations repères sur ces questions peuvent être consultées dans le document de référence sur la surveillance (voir au verso de la page de garde). Les composés ou les paramètres surveillés ainsi que la fréquence de surveillance sont très variables dans le secteur du traitement des déchets. Ils dépendent du type de déchets traités ainsi que du type de procédé/activité réalisé. La surveillance doit être adaptée au type d'émissions (par exemple rejet discontinu ou rejet continu) et au type de traitement (par exemple s'il existe ou non une probabilité d'émissions de NO<sub>x</sub>). Le Tableau 3.159 et le Tableau 3.160 indiquent certaines pratiques de surveillance appliquées dans certains pays de l'Union européenne.

Composé ou paramètre à surveiller	Objectif et/ou fréquence type de surveillance
<i>Variables du procédé</i>	
Efficacité du procédé de traitement dans sa globalité. Précipitation des métaux à partir de la solution en vue de leur élimination dans le gâteau de filtration. Degré de transfert entre les déchets entrants et les émissions (dans l'air, déchets solides)	Continue

dans le sol et effluents liquides dans les égouts) par exemple, de pesticides ou solvants.	
Surveillance de la réaction (neutralisation acides/alcalins) pour garantir que la réaction est maîtrisée et en voie d'aboutir au résultat anticipé.	Surveillance continue et automatique du pH et de la température
Traitement au cyanure. pH à maintenir à > 10	Surveillance continue du pH ; surveillance continue du chlore libre et de la teneur en CN
Traitement des solutions phénoliques. Surveillance de la réaction	Surveillance continue de la température du procédé, du pH et du potentiel d'oxydation réduction
Recyclage des huiles usagées. Température des cuves de chauffage et des sorties du condensateur à < 90° C	Surveillance continue et enregistrement
Stabilisation	Pour garantir que le produit (issu de chaque lot) satisfait à la spécification déclarée
Utilisation d'eau fraîche dans toute l'installation et au niveau de certains points d'utilisation	Normalement continue avec enregistrement
Consommation énergétique dans toute l'installation et au niveau de certains points d'utilisation	Normalement continue avec enregistrement
<i>Emissions dans l'air</i>	
Emissions de sources ponctuelles, par exemple laveur-épurateur des réacteurs, cuves de mélange, cuves de stockage, broyeurs de fûts, événements des systèmes d'extraction, biofiltres, par exemple carbone total et COV différenciés par espèce	Quotidienne à hebdomadaire : dans une plage représentative de conditions de fonctionnement
Recyclage des huiles usagées : cuves de chauffage, réservoirs de réception de l'huile chaude et installation de filtration	Hebdomadaire : dans une plage représentative de conditions de fonctionnement
Réservoirs de traitement des huiles et sorties des condensateurs	Température continue
Emissions de la combustion	Test des piles trimestriel ou moins fréquent afin de déterminer la présence de CO, NO <sub>x</sub> et vraisemblablement de SO <sub>x</sub> , de matières particulaires en fonction du procédé
Emissions fugitives : surveillance des clôtures pour détecter des rejets provenant, par exemple, des zones de stockage des fûts, du carbone total et des COV différenciés par espèce	Hebdomadaire : selon une plage représentative des conditions de fonctionnement
Odeur	Quotidienne ainsi que olfactométrie à dilution dynamique à des intervalles appropriés
Bruit	En règle générale : uniquement à la demande des autorités de contrôle ou s'il existe un risque potentiel de nuisance pour la communauté. Normalement sous forme d'une étude unique par des consultants externes.
Dichlorométhane	La plupart des sites qui reçoivent des solvants de nettoyage doivent obligatoirement surveiller ce composé.
<i>Emissions dans l'eau</i>	
AOX	
BTEX	
DCO/ DBO	Echantillon pondéré selon le débit ou échantillons composites, analyse hebdomadaire, rapportés sous forme de moyennes mensuelles pondérées selon le débit.
Oxygène dissous	Continue
Débit	Continue avec débit quotidien intégré. Le prélèvement d'échantillons composites est couramment effectué avec des échantillonneurs proportionnels de fluide. Ils peuvent être complétés par des prélèvements ponctuels réalisés dans des réservoirs prêts à être déversés.

Métaux	Quotidienne, deux fois par semaine, hebdomadaire ou mensuelle en fonction du procédé. Dans certains pays, cette fréquence de surveillance est fonction du débit des effluents (par ex. < 10 m <sup>3</sup> /jour, < 100 m <sup>3</sup> /jour, > 100 m <sup>3</sup> /jour)
Azote	Quotidienne, deux fois par semaine, hebdomadaire ou mensuelle en fonction du procédé. Dans certains pays, cette fréquence de surveillance est fonction du débit des effluents (par ex. < 10 m <sup>3</sup> /jour, < 100 m <sup>3</sup> /jour, > 100 m <sup>3</sup> /jour)
Odeur	
HAP	
pH	Continue
Phénols	
Phosphore	Quotidienne, deux fois par semaine, hebdomadaire ou mensuelle en fonction du procédé. Dans certains pays, cette fréquence de surveillance est fonction du débit des effluents (par exemple < 10 m <sup>3</sup> /jour, < 100 m <sup>3</sup> /jour, > 100 m <sup>3</sup> /jour)
Solides en suspension	Continue
Température	Continue
COT	Continue. Ce paramètre est généralement plus facile à contrôler que la DCO ou la DBO en présence de chlore dans l'eau rejetée
Turbidité	Continue
<i>Emissions de déchets</i>	
Quantité	Ces données sont transmises aux autorités au moins une fois par an

**Tableau 3.159 : Pratiques de surveillance appliquées aux installations de traitement des déchets dans l'Union européenne**  
 [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]

Secteur du traitement des déchets	Pratiques de surveillance
Installations chimiques	Les sites équipés de systèmes de réduction de la pollution très développés n'effectuent vraisemblablement pas une surveillance régulière des gaz d'échappement. Un programme de surveillance type consiste en une analyse trimestrielle des cheminées, toutefois, il est peu probable que cette analyse coïncide avec un quelconque des pics du taux de rejet d'espèces particulières.
Centres de transfert, procédé de regroupement et de stockage	Des formules simples sont disponibles pour évaluer les rejets de COV lors du remplissage des réservoirs de stockage, de la décantation des liquides dans les conteneurs en vrac, de la mise à l'air libre des liquides des conteneurs et du lavage des réservoirs, des fûts ou des citernes. Les données essentielles dépendent de l'activité concernée, mais sont généralement constituées d'informations telles que le nombre de citernes/fûts/conteneurs, leur taille et la composition du flux de déchets. Comme les déchets proviennent généralement d'un certain nombre de sources différentes et sont habituellement mélangés, il sera probablement difficile pour les opérateurs de déterminer avec précision les données concernant la composition du flux de déchets et des enregistrements détaillés ne sont pas réalisés systématiquement. Sans ces données, les calculs des émissions doivent reposer sur le principal constituant des déchets ou sur la source des déchets. Il existe quatre types de techniques permettant de réaliser des estimations des émissions : échantillonnage ou mesure directe ; bilan massique ; analyse des combustibles ou autres calculs techniques ; ou par des facteurs d'émissions (voir le BREF sur la surveillance)
Installation de traitement des	Une ébauche de modèle informatique a été mise au point au Royaume



huiles	Uni pour calculer les émissions à partir des informations de base concernant le tonnage en entrée ainsi que la quantité et la teneur en huile des rejets dans les égouts et dans les décharges. Ce modèle nécessite un ajustement pour donner des réponses qui soient compatibles avec les spécifications pour les mazouts résiduels utilisés dans les centrales électriques et la teneur connue des résidus rejetés dans les égouts et des boues mises en décharge. Le modèle informatique ne fournit pas d'estimation pour le total de l'azote, du phosphore, du chlore ou de la DCO rejetés dans les égouts et ces derniers doivent être calculés à partir des données de surveillance lorsqu'il en existe.
Traitement des huiles usagées	Les rejets dans l'air sont beaucoup plus complexes à calculer en ayant uniquement connaissance des entrées, car les rejets sont moins définis et le comportement des huiles soumises à différents procédés n'est pas clairement établi.
Solvants usagés	Schémas d'échantillonnage quotidiens rigoureux au niveau des événements des réservoirs et des biofiltres (si applicable) pour COT. En outre, analyse des composés chimiques tous les quinze jours au niveau d'une série de points de surveillance du procédé et des clôtures.

**Tableau 3.160 : Pratiques de surveillance pour certains procédés de traitement des déchets utilisés dans l'Union européenne**  
[56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003]

### **Pratiques de surveillance dans les usines de traitement physico-chimique des eaux résiduaires**

Les questions relatives à la surveillance avec un traitement physico-chimique des eaux résiduaires concernent :

- les déchets contenant du phosphore : tous les sites ne doivent pas surveiller régulièrement le phosphore total, aussi il peut être plus facile de faire une estimation de ces émissions à partir de l'entrée d'acide phosphorique
- les déchets inorganiques occasionnels : par exemple déchets contenant de l'arsenic. Là encore, il est plus facile de calculer l'émission annuelle à partir des données sur les déchets ENTRANTS occasionnels que d'élargir le programme de surveillance.

Les émissions dans l'air sont les rejets émanant des usines de traitement physico-chimique les moins bien surveillées.

Les principaux rejets dans l'air pourraient être basés sur une surveillance, mais il sera nécessaire d'estimer les émissions fugitives et également la possibilité de présence de contaminants organiques.

Presque tous les sites Ph-c ont un jeu complexe de conditions concernant les rejets d'eau qui règlent l'échantillonnage et la fréquence de surveillance et qui établissent à la fois la concentration maximale admise pour différentes espèces dans l'effluent et une quantité maximale quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle de différentes espèces. Ceci nécessite une surveillance proportionnelle du débit, ou la surveillance de chaque lot avant le rejet d'un volume prédéfini. L'un ou l'autre des systèmes fournit les données permettant de calculer les émissions annuelles pour un certain nombre d'espèces principales. Le problème concernant l'estimation des émissions dans l'eau est limité aux espèces dont on sait qu'elles existent, mais pour lesquelles il n'y a aucune donnée de surveillance, et aux espèces inattendues qui surviennent dans certains flux de déchets particuliers. D'autres espèces inorganiques telles que l'arsenic, pourraient probablement être estimées à partir des données d'entrées du site étant donné que les traitements des déchets contaminés avec ces composants correspondent généralement à des activités occasionnelles.

### **Surveillance et pratiques d'échantillonnage appliquées à la préparation des combustibles élaborés à partir de déchets dangereux**



Des informations complémentaires sur l'échantillonnage sont disponibles à la Section 2.1.1. Chaque type de déchets nécessite un protocole d'échantillonnage spécifique fondé sur les propriétés physico-chimiques des déchets [150, TWG, 2004].

### Echantillonnage des livraisons de déchets individuels

#### *Liquides (provenant des camions citernes, par exemple solvants, huiles usagées)*

Les échantillons sont prélevés avec un tube d'échantillonnage de 2,5 m dans chaque compartiment du camion ou du conteneur (environ 1 à 2 litres par échantillon). Le tube d'échantillonnage doit être rincé avec le liquide avant tout prélèvement. Le tube est inséré lentement jusqu'au fond du réservoir, avec le clapet d'extrémité dirigé vers le bas. Après fermeture du clapet, le tube est remonté et le liquide est transféré dans un récipient en aluminium.

Les échantillons sont combinés et, après homogénéisation (agitation), un volume d'environ 0,5 litre est transféré dans une bouteille en plastique et envoyé au laboratoire pour analyse. Le tube doit être nettoyé après chaque prélèvement du jeu d'échantillons pour éviter une contamination de l'échantillon suivant.

La bouteille en plastique doit être soigneusement étiquetée avec l'identification de l'échantillon, la date, etc.

#### *Solides regroupés (par exemple provenant de conteneurs ouverts)*

6 à 8 échantillons d'environ 0,5 à 1 kg chacun sont prélevés avec la pelle d'échantillonnage en différentes parties et à différents niveaux du conteneur. Les échantillons sont combinés, homogénéisés manuellement et fractionnés en quarts. L'échantillon fini d'environ 1 kg (bouteille en plastique ou sac), est étiqueté de manière adéquate et transféré au laboratoire.

La pelle d'échantillonnage doit être nettoyée avec un chiffon après chaque prélèvement du jeu d'échantillons. Les chiffons sont jetés dans une poubelle séparée.

#### *Fûts (200 litres)*

En fonction de la nature des déchets (déchets liquides, pâteux ou solides), les échantillons sont prélevés dans chaque fût (environ 0,125 litre chacun) avec un tube d'échantillonnage court, une pelle en aluminium ou une cuillère. Un échantillon d'environ 1 litre pour huit fûts est combiné et homogénéisé. Un échantillon fini d'environ 1 litre est assemblé et homogénéisé à partir de plusieurs lots individuels de huit fûts et transféré au laboratoire. Le reste de la quantité d'échantillon prélevée est retourné dans un fût prévu à cet effet.

Les fûts contenant des matières liquides et pâteuses qui se trouvent dans un même lot d'expédition doivent être échantillonnés séparément. L'échantillon préparé doit être étiqueté soigneusement.

#### *Boîtes (petits volumes)*

Un échantillonnage représentatif et aléatoire de chaque charge doit être réalisé. Les procédures d'échantillonnage correspondent aux procédures appliquées pour l'échantillonnage des fûts. Les échantillons assemblés et homogénéisés d'environ 1 litre pour chaque état physique (liquide, pâteux, solide) sont envoyés au laboratoire. Plusieurs échantillons ponctuels doivent être conservés à titre de référence.

En raison de problèmes inhérents à l'échantillonnage des déchets hétérogènes provenant d'un grand nombre de conteneurs à petits volumes, il est recommandé d'ajouter une station d'échantillonnage (automatique) secondaire avant le pré-mélangeur de l'installation d'assemblage.

A la réception au laboratoire, tous les échantillons sont enregistrés dans un registre de réception spécifique.

### Stockage des échantillons

Les échantillons doivent être conservés dans des flacons soigneusement étiquetés et fermés hermétiquement, dans un local de stockage distinct, proche du laboratoire. Le local de stockage doit être équipé d'une ventilation adéquate, d'un système de contrôle de la température et de l'humidité et d'un système de filtre (carbone actif) pour l'air d'échappement vers l'extérieur.

Durée du stockage des échantillons (sauf spécification contraire mentionnée dans l'autorisation d'exploitation) :

- environ 3 ans pour les échantillons de référence provenant des tests de qualification des déchets
- environ 3 mois pour les échantillons des livraisons quotidiennes
- environ 3 mois pour les échantillons de produits finis ou de produits distribués.

Paramètres	Exemples des principes d'analyse
Densité	Poids
Viscosité	Viscosimètre
Point d'éclair	Coupelle ouverte ou fermée
LHV	Calorimètres
Teneur en eau	Karl Fisher
pH	pH mètres
Teneurs en cendres	Calcination à 900 à 975° C
Chlore	Calcination/titrimétrie, chromatographie ionique
Fluor	Calcination/potentiométrie, chromatographie ionique
Brome	Calcination/titrimétrie, chromatographie ionique
Iode	Calcination/titrimétrie, chromatographie ionique
Métaux lourds	ICP, fluorescence X
PCB	GC/ECD
PCP	GC/ECD
Soufre	ICP, fluorescence X, chromatographie ionique, colorimétrie
Alcalins	ICP, fluorescence X, absorption atomique
Test de compatibilité	Fonction des déchets reçus

**Tableau 3.161 : Exemples de paramètres et de principes d'analyse utilisés pour l'échantillonnage [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]**

L'une des mesures les plus importantes est la surveillance de l'environnement par la collecte d'échantillons du milieu environnemental et des tests pour déterminer la présence de substances dangereuses qui peuvent avoir été libérées par l'installation. L'objectif est de détecter des problèmes potentiels avant qu'ils n'aient une incidence sur la santé humaine et sur l'environnement. Une détection précoce devrait laisser suffisamment de temps pour permettre d'avertir de manière adéquate les individus susceptibles d'être affectés et permettre une mise en œuvre efficace de mesures correctrices. Les points de surveillance importants sont les puits des eaux souterraines pour les installations de stockage, les installations de mise en décharge et les stations de surveillance de l'air à des emplacements critiques autour de l'installation. La surveillance peut aussi inclure les eaux de surface, les employés (analyse de sang) ainsi que la flore et la faune.

### Surveillance des émissions dans l'air

*Surveillance des poussières (pour tous les types de production de combustibles de remplacement)*

- émissions canalisées : un contrôle annuel réalisé par un laboratoire certifié
- systèmes de traitement de l'air : suivi de l'efficacité du cyclone et des filtres à manches par des mesures d'opacité ou par chute de pression

- émissions diffuses de poussière pouvant être évaluées par des mesures avec une jauge d'Owens située sur le site.

### *Surveillance des COV*

- odeur : les tests normalisés de détection d'odeur (par exemple EN 13725, European Reference Odour mass, EROM (masse d'odeur de référence européenne)) peuvent être utilisés pour identifier l'influence du procédé sur le voisinage et sur l'environnement des employés. Il est également possible de recueillir des échantillons dans des sacs afin de qualifier et de quantifier les polluants dans un laboratoire
- émissions diffuses : les émissions diffuses sont mesurées à l'intérieur et à l'extérieur des ateliers par prélèvement d'échantillons. Des analyses quantitatives et qualitatives peuvent être réalisées.
- mesures canalisées : les COV sont mesurées en continu par un système FID ou selon des campagnes de mesure ponctuelles. Ces conditions sont définies dans l'autorisation d'exploitation.

### *Surveillance du bruit*

En raison du niveau relativement faible de bruit, aucune surveillance spécifique n'est habituellement requise. Mais des mesures peuvent être prises pour la santé et la sécurité des employés et en particulier pour l'évaluation de l'incidence sur l'environnement, notamment lors de la mise en service de nouveaux équipements.

## 4 TECHNIQUES À PRENDRE EN CONSIDÉRATION POUR DÉTERMINER LES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES (MTD)

Le présent chapitre présente les techniques appropriées disponibles pour atteindre un niveau élevé de protection de l'environnement dans les industries relevant du champ d'application du présent document. Il met en avant les systèmes de gestion, les techniques intégrées aux procédés ainsi que les mesures en fin de chaîne (EOP), ces trois éléments pouvant éventuellement être amenés à se chevaucher dans la recherche de résultats optimaux.

Les procédures de prévention, de contrôle, de minimisation et de recyclage sont également prises en considération, au même titre que la réutilisation des matières et de l'énergie.

Les techniques peuvent être présentées seules ou en combinaison en vue d'atteindre les objectifs de la PRIP. L'Annexe IV de la Directive répertorie un certain nombre de considérations générales à prendre en considération lors de la détermination des MTD ; ces dernières seront abordées par les techniques reprises dans le présent chapitre. Chacune des techniques est décrite en s'articulant, dans la mesure possible, autour d'une structure standard en vue de faciliter les comparaisons techniques et de permettre une évaluation objective en fonction de la définition des MTD proposée par la Directive.

La liste des techniques présentées dans le présent chapitre n'est pas exhaustive ; en effet, d'autres techniques tout aussi valables dans le cadre des MTD peuvent exister ou être mises au point.

En général, chaque technique est décrite selon la structure standard présentée dans le Tableau 4.1 :

Désignation du type d'informations	Type d'informations présentées
<b>Description</b>	Description technique de la technique
<b>Avantages obtenus pour l'environnement</b>	Principal impact sur l'environnement que la technique envisage de traiter (procédé ou réduction), notamment valeurs d'émission (normalement une plage) obtenues ainsi que performances d'efficacité. Avantages de la technique pour l'environnement en comparaison avec d'autres.
<b>Effets multimilieus</b>	Tous les effets défavorables et les inconvénients que leur mise en œuvre suscite pour les autres milieux. Problèmes d'environnement de la technique en comparaison avec d'autres, mesures pour les prévenir et les résoudre.
<b>Données opérationnelles</b>	Les données de performance sur les émissions/déchets et la consommation (matières premières, eau et énergie). Toute autre information utile sur la façon d'utiliser, d'entretenir et de contrôler la technique, notamment les aspects de sécurité et les contraintes d'exploitation de cette dernière.
<b>Applicabilité</b>	Applicabilité technico-économique. Prise en compte de l'âge de l'installation (neuve ou existante), de ses dimensions (importantes ou réduites) ainsi que des facteurs impliqués dans l'adaptation (par ex. espace disponible). On y trouve également des informations sur l'activité de traitement de déchets appliquée au cas par cas
<b>Aspects économiques</b>	Informations sur les coûts (investissement et exploitation) et les économies (par ex. réduction de consommation de matières premières, des charges liées aux déchets) liés à la

## Chapitre 4

	capacité de la technique (par ex. €/tonne). Les valeurs exprimées dans des devises autres que l'Euro ont été converties selon les taux de change moyens annuels de l'Euro en 2002. Les données de départ sont alors également présentées avec l'année et la devise (entre parenthèses).
<b>Agent moteur pour la mise en œuvre</b>	Conditions ou exigences locales qui ont poussé à la mise en œuvre de la technique. Renseignements sur les motifs, autres que les motifs environnementaux, militant en faveur de leur mise en œuvre (par ex. amélioration de la qualité du produit, augmentation du rendement).
<b>Installations type</b>	Présentation d'installations utilisant la technique en Europe et dans le reste du monde. Lorsque la technique n'a pas encore été appliquée dans le secteur ou dans l'Union européenne, brève explication des motifs
<b>Références bibliographiques</b>	Références bibliographiques permettant de trouver des informations plus détaillées concernant la technique.

**Tableau 4.1 : Décomposition des informations pour chacune des techniques incluses au Chapitre 4**

Lorsque cela est possible, le présent chapitre donne des informations provenant d'activités réelles qui sont ou peuvent être mises en œuvre par ce secteur et présente les frais associés. Si les informations le permettent, la technique est re-située dans le contexte de sa plus grande efficacité.

### Organisation du chapitre

Comme pour les précédents chapitres 2 et 3, chaque section aborde une activité spécifique de traitement des déchets et reprend le procédé et les techniques de réduction qui méritent d'être pris en considération pour déterminer les MTD. Lorsqu'il est possible d'appliquer différents procédés techniques à une activité, ils sont abordés dans chaque section. Les sections 4.1 à 4.5 sont structurées de la même manière, la première section envisageant les coûts de prévention de la pollution applicables à l'activité/au procédé spécifique, la seconde examinant les techniques dites " End of pipe " (c'est à dire d'amenuisement, en fin de chaîne) qui peuvent s'appliquer en vue de réduire les émissions générées par le procédé/l'activité. Ces techniques en fin de chaîne sont regroupées en fonction du milieu/du polluant afin de préciser la séquence de techniques applicables ; en effet il peut arriver qu'elles soient assez nombreuses. Il ne faut pas interpréter cette structure comme une tentative d'orienter le classement d'un traitement dans la catégorie (R) (valorisation) ou (D) Élimination selon la législation en matière de déchets de la CE.

Au terme de ce chapitre, trois sections contiennent les techniques de fin de chaîne applicables aux effluents gazeux, aux eaux résiduelles et aux déchets générés par le procédé. Ces sections décrivent les techniques fin de chaîne " communes " qui peuvent être applicables à plusieurs types de procédés/activités. Leurs descriptions se retrouvent donc dans leurs propres sections, c'est-à-dire les Sections 4.6, 4.7 et 4.8 et non dans des sections consacrées aux procédés/activités séparés.

Il peut arriver que des techniques/procédures soient regroupées et analysées sous la même rubrique du présent chapitre. Cela s'explique par la recherche d'un juste équilibre entre les informations nécessaires pour déterminer les MTD et la volonté de conserver à ce document une dimension conviviale. Ainsi, ce document contient de nombreuses informations sur les procédures d'acceptation appliquées aux installations de traitement des déchets. Il a été décidé de regrouper toutes les procédures sous la même rubrique de techniques puis de discuter tous les sujets/éléments connexes sous cet en-tête. Sans cette approche, le document serait beaucoup trop volumineux et comporterait de nombreuses répétitions.

## 4.1 Techniques à prendre en considération pour déterminer les meilleures techniques disponibles

Cette section présente les techniques qui offrent de bonnes performances d'exploitation en matière d'environnement (par ex. utilisation d'un bon système d'énergie) ou qui peuvent aider à obtenir de bonnes performances environnementales (par ex. systèmes de management environnementaux). La plupart sont appliquées au niveau des installations et ne sont pas spécifiques aux procédés particuliers décrits séparément dans les Sections 4.2 à 4.5.

### 4.1.1 Techniques en vue d'améliorer les connaissances sur les déchets entrants

Cette section aborde les techniques qui aident les opérateurs à caractériser les déchets en entrée à traiter. La rigueur avec laquelle cette caractérisation se fait est essentielle pour les opérations de traitement ultérieures des déchets. Des erreurs dans le tri des échantillons de déchets avant leur acceptation, une mauvaise confirmation de leur composition à l'arrivée dans une installation ont souvent été à l'origine de problèmes, notamment un stockage inapproprié, le mélange de substances incompatibles, l'accumulation de déchets, un traitement non prévu et donc des profils d'émission non prévus.

#### 4.1.1.1 Caractérisation de la composition des déchets

##### Description

L'industrie des déchets étant marquée par une grande diversité et par des différences tranchées dans les déchets générés par chaque secteur économique, cette variété se retrouve dans la plupart des flux de déchets gérés dans un site de traitement. Les déchets se composent de mélanges complexes, parfois avec des éléments inconnus. Il est donc important de mieux connaître les éléments constitutifs primaires ainsi que la source du déchet. Parallèlement à la détermination directe de la composition des déchets, notamment par leur analyse, il est possible d'adopter d'autres approches indirectes :

- analyse des données issues des études de marché. Cette technique porte plus particulièrement sur les produits après la production. Partant du principe que tous les produits finissent tôt ou tard en déchets, en intégrant certains faits qui ont un impact et en exploitant les études de marché, il est possible, par exemple, de calculer la quantité de produits qui finissent en déchets solides municipaux. On peut appliquer une méthode similaire à l'étude des intrants des ménages privés.
- analyse des éléments en sortie des installations de traitement des déchets. Selon le principe de la conservation de l'équilibre, les entrées d'éléments doivent correspondre à la sortie d'éléments. Si l'on fait porter l'accent sur les produits du traitement de déchets, des mesures de routine doivent permettre de déterminer les substances qui entrent dans la composition des déchets entrants.
- par ailleurs, il faut noter que certains déchets sont, bien entendu, composés d'un mix de déchets mélangés à la source dont ils proviennent. En général, le producteur de déchets connaîtra la composition de ce flux de déchets. Si ce dernier adopte un bon système de gestion des déchets, il informera le collecteur de déchets de leur composition. Il s'agit d'un élément important ; en effet, ce n'est pas au collecteur de déchets que doit revenir la responsabilité première de classer et d'identifier les déchets, mais principalement à leur producteur. Ce système est à rapprocher de celui qui mentionné en Section 4.1.2.9.

La méthode d'analyse directe peut être complétée par des méthodes d'analyse indirectes en vue de déterminer la composition des déchets. Le Tableau 4.2 ci-dessous présente certaines techniques qui méritent plus particulièrement d'être envisagées :

Technique	Information
Identification des éléments constitutifs primaires	Une fois les principaux constitutifs du flux de déchets connus, il est possible de les ventiler en différentes catégories avec un potentiel d'émissions " élevé ", " moyen " ou " faible ". On pourrait, par exemple, fonder l'évaluation sur la volatilité des éléments constitutifs tels qu'ils sont indiqués par le producteur de déchets.
Identification de la source de déchets	Connaître la source du déchet (par ex. industrie de la peinture, industrie pharmaceutique, automobile, etc.) est un bon guide sur le type de composants susceptibles d'être présents. Ceci permet d'adopter une méthode plus simple pour classer les déchets. La liste EWL fait appel à ce système. Toutefois, les données disponibles sont en général insuffisantes pour permettre de développer à l'heure actuelle cette méthode. Il serait nécessaire d'engager des recherches plus approfondies pour établir les sources les plus communes de flux de déchets, leur composition et la cohérence de cette dernière
Connaissance de la teneur organique des déchets	Certaines méthodes colorimétriques, par exemple, peuvent donner une indication de la teneur en matières organiques des déchets entrants. Toutefois, elles peuvent ne pas être adaptées à des solvants organiques (la chromatographie gazeuse est alors conseillée)
Vérification du bon transfert des connaissances entre les détenteurs de déchets	Comme avec les autres flux de déchets, une mesure de contrôle cruciale est de veiller au bon transfert des connaissances entre les détenteurs de déchets. Ceci permet de s'assurer que tous les éléments constitutifs des déchets regroupés pour former un mélange sont connus et consignés

**Tableau 4.2 : Techniques de caractérisation de la composition des déchets**  
**[56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]**

Le type d'analyse nécessaire pour caractériser avec précision les déchets varie en fonction de leur nature, du procédé à utiliser et de ce que l'on connaît déjà du déchet. Les résultats de toutes les analyses doivent être conservés à l'intérieur du système de suivi. Ces détails peuvent comporter des informations sur :

- les contrôles mis en œuvre sur les éléments constitutifs déclarés par le producteur/détenteur de déchets pour assurer le respect des autorisations et pour s'assurer qu'ils sont adaptés aux spécifications de l'installation de traitement et à l'option d'élimination finale. Ce contrôle portera également sur la présence de certains éléments constitutifs qui peuvent avoir un effet préjudiciable pour le procédé de traitement.
- toutes les caractéristiques dangereuses (par ex. inflammabilité, explosivité, pouvoir infectant)
- aspect physique (par ex. consistance)
- évaluation de la compatibilité (par ex. réactions avec l'eau et d'autres substances)
- couleur
- acidité ou alcalinité
- présence, puissance et description de l'évaluation de l'odeur
- présence d'oxydants
- carbone organique total
- demande chimique en oxygène (DCO)
- ammoniac
- point d'éclair et propriétés de combustion dans des conditions normales
- présence de sulfure(s)
- présence de cyanure(s)
- composés contenant des halogènes
- soufre
- métaux (par ex. métaux lourds)
- COV



- POP (par ex. PCB).

Le Tableau 4.3 répertorie les paramètres qui peuvent être analysés pour la production de combustibles à partir de déchets dangereux.

Paramètres	Pré-acceptation	Acceptation	Processus de préparation de combustible <sup>1</sup>	Répartition
Densité	Oui	En option	En option	En option
Viscosité	En option	En option	En option	En option
<i>Point d'éclair</i>	Oui	Oui	En option	Oui
<i>V.C.M.</i>	Oui	Oui	Oui	Oui
Pression de vapeur	En option	En option	En option	En option
Teneur en eau	Oui	Oui	En option	Oui
<b>PH</b>	Oui	Oui	En option	Oui
Teneur en cendres	Oui	En option	En option	Oui
Composition des cendres	En option	En option	En option	En option
<i>Chlore</i>	Oui	Oui	Oui	Oui
Fluor	En option	En option	En option	En option
Brome	En option	En option	En option	En option
Iode	En option	En option	En option	En option
<i>Métaux lourds</i> • volatils (Cd, Hg, Tl) • autres	Oui Oui	Oui Oui	En option En option	Oui Oui
<b>PCB</b>	Oui	Oui	En option	Oui
Pentachlorophénol (PCP)	En option	En option	En option	En option
Soufre	Oui	En option	En option	En option
Alcalis	En option	En option	En option	En option
Test de corrosion	En option	En option	En option	En option
<i>Test de compatibilité</i>	Oui	Oui	-	-
Radioactivité	En option	Oui	-	En option
Remarques :				
<sup>1</sup> Dépend du type de production				
En option Dépend du type de déchets, des procédés (préparation de combustible de remplacement liquide ou solide) et des exigences /spécifications pour les utilisateurs finaux.				
<i>En italiques</i> Contrôles minimum exigés dans la procédure standard				

**Tableau 4.3 : Liste des paramètres d'analyse pris en compte, en général, dans la production de combustible à partir de déchets dangereux [122, Eucopro, 2003]**

En général, un bon critère d'acceptation intégrera les paramètres suivants pour les huiles usagées :

Paramètre	Acceptation	Répartition
Teneur en eau	Oui	
Teneur en matière solide totale	Oui	
Point d'éclair	Oui	
Courbe de distillation	Oui	
PCB	Oui	
Cl total	Oui	

## Chapitre 4

S	Oui	
Pb, Cr, V, Cu, Ni	Oui	
Esters synthétiques et huiles grasses	Oui	
Couleur		Oui
Viscosité		Oui
Indice de viscosité		Oui

**Tableau 4.4 : Liste des paramètres d'analyse pris en compte, en règle générale, pour le traitement des huiles usagées**  
[42, UK, 1995], [55, UK EA, 2001], [119, Watco, 2002]

### Avantages obtenus pour l'environnement

Améliore la connaissance des questions environnementales potentielles liées aux déchets à traiter et réduit le risque d'accidents ou de mauvaises opérations.

### Effets multimilieus

Non identifiés.

### Données opérationnelles

Les sites engagent des tests de criblage pour confirmer que les déchets respectent les paramètres de l'installation mais, en général, ces derniers ne peuvent pas identifier la totalité des contaminants potentiels du flux de déchets. La caractérisation par le producteur de déchets et les opérateurs de traitement de déchets s'intègre donc dans une exigence générale pour tous les sites et indique les méthodes de filtrage les plus efficaces. Ainsi, un jeu complet d'analyses des huiles usagées prend environ 2 heures.

### Applicabilité

Cette technique est totalement applicable à toutes les installations de traitement des déchets qui reçoivent des déchets. L'inconvénient de l'analyse du produit des déchets est, qu'en règle générale, on ne détermine pas complètement les éléments constitutifs ; ainsi, il n'est pas possible de calculer la teneur en papier, en plastique ou en matières organiques à partir de la composition des produits de combustion. Cette méthode est limitée à l'analyse de la composition élémentaire et des paramètres tels que la teneur en énergie, en eau et la teneur en matières organiques et non-organiques.

### Aspects économiques

Une estimation montre que l'investissement en équipement analytique pour une installation de traitement des huiles usagées est de l'ordre de 75 000 € (50 000 Livres Sterling) par site.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

L'amélioration de l'opérabilité réduit les risques économiques et des procédés. L'analyse de la teneur en eau et en matière solide des huiles usagées est motivée par des objectifs de qualité et économiques. Les exigences de qualité des utilisateurs des huiles traitées encouragent cette approche, mais ce n'est pas toujours une exigence uniforme.

### Installations type

L'analyse des produits issus du traitement des déchets a déjà été appliquée dans de nombreux pays. Dans certains cas, on a une première analyse initiale (par ex. teneur en soufre, chlore total, eau et point d'éclair pour les traitements des huiles usagées). Si l'huile passe ces tests, elle est mise en quarantaine avant de procéder à une analyse plus approfondie avec, par exemple, la viscosimétrie et une analyse par infrarouges pour contrôler certains composés, notamment les esters synthétiques et les huiles grasses. On trouvera dans le travail réalisé par CEN/TC 343, WG 2 "Spécifications et classes" des informations supplémentaires pour les combustibles solides de récupération (SRF). La Section 4.5.1 du présent document donne des informations plus spécifiques sur les combustibles issus de déchets.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [81, VDI et Dechema, 2002], [86, TWG, 2003], [119, Watco, 2002], [131, UBA, 2003], [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

#### 4.1.1.2 Procédure de pré-acceptation visant à évaluer si les déchets sont adaptés à être stockés et/ou traités dans l'installation

##### Description

Des systèmes et des procédures peuvent être mis en place pour s'assurer que les déchets sont soumis à une évaluation technique appropriée visant à garantir l'adéquation de la voie de traitement envisagée. Voici quelques exemples de techniques de pré-acceptation et procédures appliquées à l'évaluation des déchets :

- a. procéder à des contrôles adaptés avant de prendre la décision d'accepter des déchets
- b. mettre en œuvre une étape de criblage initial, impliquant la fourniture d'informations et d'échantillons représentatifs des déchets. Les producteurs de déchets et les opérateurs sur le site de réception veilleront tous deux à ce que des informations fiables et complètes soient fournies en vue de déterminer l'adéquation des déchets au procédé de traitement (ou valorisation) concerné. Ceci s'applique également si les déchets doivent uniquement être stockés ou groupés dans l'installation, afin de pouvoir fournir des informations au détenteur suivant des déchets et identifier la filière finale d'élimination.
- c. fournir des détails sur la nature du ou des procédés produisant des déchets, y compris la variabilité du procédé. Les circonstances de la production de déchets pouvant varier, il est nécessaire d'avoir un jugement professionnel sain pour veiller à ce que les bonnes questions soient posées. Les opérateurs doivent s'assurer qu'une évaluation technique est mise en œuvre par un personnel dûment qualifié et expérimenté comprenant les capacités du site. Ce personnel doit être indépendant du personnel commercial chargé d'obtenir les affaires.
- d. fournir la composition chimique des déchets, préciser les besoins en manutention et indiquer les dangers qu'ils présentent
- e. fournir et analyser un ou plusieurs échantillons représentatifs des déchets issus du procédé de production à l'origine desdits déchets émanant du détenteur actuel
- f. engager une caractérisation approfondie du déchet pour chaque enquête sur de nouveaux déchets
- g. exiger une vérification des informations écrites fournies par le détenteur de déchets. Ceci peut impliquer une visite chez le producteur de déchets, car des facteurs supplémentaires peuvent ressortir lorsque l'on traite directement avec le personnel impliqué dans la production de déchets.
- h. bien vérifier les informations reçues en phase de pré-acceptation, y compris les détails de contact du producteur de déchets et une description complète de la composition et de la dangerosité des déchets. Ceci peut également être mis en œuvre en traitant directement avec le producteur de déchets.
- i. tenir toutes les archives dans l'installation sur la pré-acceptation en vue de pouvoir établir des références croisées et des vérifications lors de la phase d'acceptation des déchets. Le délai de conservation des archives est différent selon que les déchets sont déjà concrètement livrés sur le site ou si leur livraison est prévue.
- j. appliquer des critères d'odeur pour rejeter les mercaptans, les amines de faible poids moléculaire, les acrylates ou d'autres matières fortement odorantes dont l'acceptation est soumise à des exigences de manipulation spéciales
- k. fournir et contrôler les détails du code de déchets selon la Liste européenne des déchets.
- l. se renseigner auprès de l'opérateur de l'installation de traitement des déchets et déterminer si l'installation concernée est autorisée à traiter les déchets déclarés et si l'opérateur de traitement des déchets est prêt à accepter les déchets. (consulter les commentaires dans la section des données opérationnelles).
- m. mettre en œuvre une procédure d'évaluation des risques
- n. préparer une déclaration d'acceptation par l'opérateur de traitement des déchets ; cette dernière décrira l'ensemble des conditions et des mesures que le client des déchets (par ex. le producteur de déchets) doit prendre en compte. Par ailleurs, toutes

les règles internes de l'installation de réception concernant le traitement du flux de déchets doivent, au même moment, être consignées par écrit.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Ces techniques peuvent aider les opérateurs à identifier, voire à refuser des déchets inadaptés, susceptibles d'entraîner des réactions néfastes ou des émissions non contrôlées durant l'activité de traitement des déchets. Elles permettront donc de s'assurer que seuls des déchets adaptés à l'activité spécifique de traitement des déchets sont acceptés sur le site pour ce traitement de déchets.

L'expérience réelle montre que ces techniques ne permettent pas toujours de fournir des informations suffisantes. Il n'est pas rare qu'une tierce partie vienne s'introduire entre le producteur de déchets et l'opérateur, quand ce n'est pas trois ou quatre parties différentes. Il peut s'agir d'un entrepreneur de transport, de négociants ou d'opérateurs de transport de déchets. Lorsque la chaîne est longue, il y a un risque de déperdition des informations ou de manque de précision dans la reproduction. Toutefois, ces techniques peuvent permettre aux opérateurs de déterminer l'adéquation des déchets à l'activité avant de prendre les dispositions en vue d'accepter les déchets. Autres avantages :

- la fourniture d'informations permet de réduire le nombre de maillons d'une chaîne, aide à éviter la perte d'informations ou les informations erronées
- aide les opérateurs à bloquer les déchets non adaptés en vue d'éviter des problèmes potentiels
- confirme les détails de la composition, ce qui permet d'identifier certains paramètres à vérifier lors du test des déchets qui arrivent sur un site
- aide à identifier certaines substances présentes dans les déchets qui peuvent affecter le procédé de traitement ou réagir avec d'autres produits
- aide à définir avec précision tous les dangers liés aux déchets
- identifie les substances présentes dans les déchets qui peuvent ne pas être affectées par le procédé de traitement et, par conséquent, être transférées sans aucune modification dans les résidus ou effluents
- aide à déterminer le coût de l'option d'élimination identifiée
- garantit le respect des réglementations (en fonction du pays).

### **Effets multimiliieux**

Ils sont liés à l'analyse du traitement physico-chimique mis en œuvre.

Remarque concernant la technique k (voir description ci-dessus) : souvent, les codes de déchets ne donnent pas beaucoup d'informations sur la composition des déchets classés. Les déchets ayant le même code de déchet peuvent avoir des compositions et des qualités foncièrement différentes.

### **Données opérationnelles**

Comportent des travaux administratifs et de laboratoire.

Remarque concernant la technique c (voir description ci-dessus) : dans certains cas, il n'est pas possible de connaître la composition des déchets (c'est-à-dire collecte de déchets dangereux issus des ménages). Les opérateurs qui collectent et acceptent ces déchets doivent avoir l'expérience nécessaire pour leur permettre de les gérer en toute sécurité.

Remarque concernant la technique k (voir description ci-dessus) : le producteur des déchets est tenu de décider du code de déchets approprié de la EWL. Cette tâche n'incombe pas à l'opérateur de traitement des déchets.

Dans certains cas, la vérification mentionnée dans la technique l de la description ci-dessus peut intervenir avant le premier contact avec l'opérateur de traitement des déchets pour la procédure de pré-acceptation et/ou avant la signature de l'accord.

### **Applicabilité**

L'exigence de caractériser les déchets, notamment l'échantillonnage et l'analyse, s'applique tout autant au transport des déchets qu'aux installations de traitement. Pour des raisons d'ordre commercial, les tiers manifestent souvent des réticences à divulguer l'identité du producteur de déchets. Il n'en reste pas moins que c'est à l'opérateur de vérifier les informations sur les déchets fournis par le producteur de déchets (et non simplement le détenteur actuel), car c'est lui qui est naturellement dans la meilleure position pour vérifier les déchets. Certains exemples d'applications sont présentés ci-dessous :

#### Pré-acceptation pour le traitement des huiles usagées

Cette exigence générale n'est pas une étape critique pour une installation de traitement des huiles usagées, mais elle est nécessaire, par exemple, si les déchets doivent être traités dans une raffinerie d'huile minérale. En règle générale, les déchets proviennent de nombreuses sources de faible volume telles que des garages, mais leur composition est essentiellement fixe. Les procédures de pré-acceptation concernant la collecte d'informations doivent être appliquées aux huiles usagées provenant d'une seule industrie ou de sources où d'autres produits chimiques ou contaminants potentiels peuvent être manipulés, par exemple, des usines de fabrication de produits chimiques. Il y a contamination des huiles usagées par des substances telles que des solvants et même si l'opérateur peut faire face à des niveaux relativement bas de contamination, dans la mesure où ils n'affectent pas la vente de l'huile régénérée, la contamination doit toutefois rester identifiée. Les solvants à point d'éclair bas seront à l'origine de difficultés de manipulation car les installations ne sont pas prêtes à traiter des produits inflammables. Il y a fréquemment contamination au pétrole, ce qui réduit de manière significative le point d'éclair du produit et augmente d'autant le risque d'accidents. La prudence est recommandée pour le choix et l'interprétation de la détermination du point d'éclair le plus approprié. Des solvants sont également dégagés dans le processus de chauffage, avec en corollaire une augmentation des émissions de COV. En cas de contamination avec des PCB, ces derniers peuvent être transférés au produit, avec éventuelle formation de dioxine en cas d'utilisation dans une combustion ultérieure, aux cambouis des résidus de réservoir ou à l'effluent.

#### Pré-acceptation des " Laboratory smalls " (produits chimiques douteux, en vrac, faisant double emploi)

Si des " laboratory smalls " sont stockés dans des fûts, une liste de colisage est établie et stockée à l'intérieur du fût en dessous du couvercle. De la même manière, pour les autres types d'emballages contenant des " laboratory smalls ", on établit une liste de colisage qui est stockée de manière appropriée à l'intérieur de chaque emballage ou fixée sur l'emballage. Chaque fût emballé (ou autre conteneur) est ensuite étiqueté pour le transport en fonction du danger (par ex. réglementations de l'ADR). Le niveau de supervision ou de gestion de ce type de situation dépend d'un certain nombre de facteurs. En tout état de cause, il convient de produire une liste complète du contenu. Les opérateurs qui acceptent des déchets emballés par leurs clients devront, en règle générale, remettre au client des directives concernant l'emballage. Les producteurs de déchets doivent disposer de procédures écrites concernant la ségrégation, l'emballage et l'étiquetage des " laboratory smalls ".

#### Étude exploratoire pour les usines de traitement physico-chimiques

Les sites doivent engager une étude exploratoire en vue d'identifier les matières qui ne seront pas couvertes par leur programme de surveillance des effluents mais sont acceptées sur le site. Les principaux secteurs à prendre en compte sont les suivants :

- déchets aqueux contenant des solvants qui peuvent ensuite être émis sous l'effet de la chaleur du procédé
- déchets à forte teneur en azote pouvant potentiellement dégager des émissions d'ammoniac dans l'air
- déchets contenant du phosphore : les sites ne sont pas tous tenus à une surveillance régulière de la " teneur totale en phosphore ", il peut alors être plus facile d'estimer cette émission en partant de l'admission d'acide phosphorique

## Chapitre 4

- les déchets non-organiques occasionnels, par ex. les déchets contenant de l'arsenic. Ici encore, dans la plupart des cas, il sera plus facile de calculer les émissions à partir des données de déchets occasionnels entrants plutôt que d'élargir le programme de surveillance.

### Aspects économiques

Frais d'administration supplémentaires (par ex. emballage, étiquetage).

### Agent moteur pour la mise en œuvre

En règle générale, ces procédures sont incluses dans la législation nationale de différents pays, dans les notes méthodologiques ou dans les autorisations d'exploitation des installations. Fréquemment, les composants et les paramètres à analyser sont également définis.

Il est particulièrement difficile de prélever des échantillons de déchets hétérogènes, des opérateurs expérimentés sont alors nécessaires. Il est possible de trouver certaines directives dans les travaux du CEN TC 292 ou dans les documents du LAGA allemand sur les échantillons de déchets.

### Installations type

Nombre de ces techniques sont fréquemment utilisées dans le secteur du traitement des déchets. Ainsi, les sites physico-chimiques exploités par des opérateurs commerciaux au Royaume-Uni exigent de tous les clients qu'ils fournissent une bonne description des déchets ainsi qu'un échantillon pour analyse avant de les accepter sur le site. Les sites doivent connaître la composition des déchets afin de pouvoir créer sur le site un produit final adapté aux normes de rejet dans les égouts et produire un gâteau adapté à la mise en décharge.

### Références bibliographiques

[16, ÖWAV Working Committee, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

#### 4.1.1.3 Procédures d'acceptation à l'arrivée des déchets dans l'installation de traitement des déchets

##### Description

Nécessité de procéder à une vérification sur site et à un test de conformité afin de confirmer : 1) l'identité des déchets, 2) la description des déchets et 3) la cohérence avec les informations de pré-acceptation et la méthode de traitement proposée. Certaines techniques et procédures d'acceptation (après la pré-acceptation) appliquées pour évaluer les déchets sont répertoriées dans les listes ci-dessous, elles comportent notamment :

- a. le refus de déchets en l'absence de méthode de traitement clairement définie et en l'absence d'une détermination de filière d'élimination/valorisation ainsi que le contrôle d'une capacité suffisante disponible dans l'installation avant l'acceptation des déchets. En dehors des produits chimiques purs et des "laboratory smalls", aucun déchet ne doit être accepté sans échantillonnage, contrôle et essais. On ne peut accepter de s'en remettre uniquement aux informations écrites fournies et il convient de procéder à une vérification physique et une confirmation analytique.
- b. la mise en œuvre de procédures d'échantillonnage (voir Section 4.1.1.4)
- c. pour le traitement ou le transport des déchets, la majeure partie du travail de caractérisation doit se faire à la phase de pré-acceptation. Ainsi, les procédures d'acceptation exécutées à l'arrivée des déchets sur le site peuvent servir à confirmer les caractéristiques des déchets.
- d. la mise en place de mesures pour documenter pleinement et traiter les déchets acceptables arrivant sur le site, notamment un système de pré-réservation pour s'assurer, par exemple, qu'une capacité suffisante est disponible
- e. l'application des exigences stipulant que les déchets doivent être accompagnés d'informations décrivant la composition physique et chimique, les caractéristiques de danger, la présence de substances incompatibles et toutes les précautions de



- manipulation. Les déchets dangereux doivent également être accompagnés de feuilles d'expédition et ces informations doivent préciser le producteur de déchets de départ
- f. des critères clairs et sans ambiguïté pour le rejet des déchets et la signalisation de toutes les non-conformités
  - g. l'utilisation d'un laboratoire ayant des méthodes d'essai dûment accréditées pour réaliser les analyses
  - h. le contrôle des détails du code des déchets conformément à la Liste européenne des déchets (EWL)
  - i. l'utilisation d'une procédure d'évaluation des risques pour sélectionner et, si besoin, effectuer l'analyse des déchets. La section d'Installations type propose un exemple.

La procédure d'acceptation peut également aborder d'autres problèmes tels que :

- **l'attente des véhicules, l'inspection du chargement, l'échantillonnage et les zones de déchargement**
- le contrôle de la circulation
- les procédures de contrôle des documents arrivant avec le chargement
- les procédures pour le déchargement en vue de permettre l'inspection et l'échantillonnage
- l'emplacement des points d'échantillonnage désignés
- l'inspection visuelle/organoleptique des chargements (pour certains chargements de déchets dangereux et liquides, ceci peut ne pas être applicable)
- les procédures d'étiquetage des fûts et des conditionnements
- l'infrastructure, telle que les merlons et les aires d'échantillonnage
- l'évaluation de la cohérence avec des informations de pré-acceptation et la méthode de traitement envisagée
- des systèmes de conservation des échantillons, à savoir déterminer la période appropriée de conservation
- la tenue des archives relatives aux renseignements sur le producteur de déchets, aux résultats des analyses et aux méthodes de traitement
- des procédures pour la revue périodique des informations de pré-acceptation
- les conditions de diffusion.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Cette seconde phase d'acceptation comporte des procédures à appliquer à l'arrivée des déchets sur le site et sert à confirmer les caractéristiques des déchets pré-acceptés sans la pression des délais et sans le danger potentiel que présente le contrôle des déchets à partir de rien à l'arrivée sur le site. Ces techniques évitent d'accepter des déchets inadaptés risquant d'être à l'origine de réactions préjudiciables ou d'émissions non contrôlées ; elles permettent donc de s'assurer que les déchets acceptés sont adaptés à l'activité de traitement des déchets. Un autre avantage est la réduction des délais d'attente des véhicules qui livrent les déchets et la prévention de problèmes dus, par ex. à des accidents, à des fuites. Cette procédure évite également que les déchets ne soient rejetés et ne soient renvoyés sur les routes publiques.

### Effets multimilieux

Idem procédures de pré-acceptation.

### Données opérationnelles

Idem procédures de pré-acceptation. Dans certains cas, il peut être difficile d'effectuer un échantillonnage correct (par ex. fûts avec vêtements ou gants usagés ou contaminés).

### Applicabilité

On trouvera ci-dessous une description de certains exemples d'applicabilité industrielle :

Installations de traitement d'huiles usagées



## Chapitre 4

En général, avec ces installations l'accent porte plus sur les procédures d'acceptation finale que lors de la phase de pré-acceptation.

### Acceptation des "laboratory smalls"

Les procédures d'acceptation des "laboratory smalls" sur un site sont identiques, dans les grandes lignes, à celles des déchets en fûts. Ils diffèrent des déchets entrants "normaux" en ce qu'ils sont sous forme concentrée pure. Lorsque l'opérateur s'est chargé de l'identification et du conditionnement au nom du client, le contrôle sur site peut être limité à l'ouverture des fûts en vue de contrôler que les conteneurs ne sont pas endommagés. Le chargement est alors accompagné de la documentation confirmant le contrôle et le conditionnement. Lorsque le fût a été emballé par le client, l'opérateur doit procéder à un contrôle et une vérification complets. Le contrôle du conditionnement et de la ségrégation doit inclure le vidage du fût dès que possible (par exemple, dans les jours qui suivent) et le reconditionnement des déchets au terme de tous les contrôles nécessaires. Si on constate à l'ouverture d'un fût qu'il contient des substances incompatibles ou qui n'ont pas été correctement conditionnées, le fût doit sans attendre être trié et reconditionné avec application de procédures prévues par le site en cas de non-conformité.

### Sites de traitement physico-chimique

Ces sites contrôlent les déchets à l'arrivée par des inspections visuelles et par un échantillonnage. Le système d'échantillonnage varie tant sur le plan de l'ampleur de l'analyse que de la fréquence de l'échantillonnage. Il peut s'agir d'un criblage simple au niveau du point d'éclair et du pH, d'un prélèvement d'échantillon pour une détermination rapide en laboratoire de ces éléments et de la teneur en métaux ou d'un criblage organique grossier. La source du déchet détermine en partie la fréquence de l'échantillonnage : la plupart des sites font porter leur échantillonnage et leur analyse sur des flux à fluctuation isolés et réduisent la fréquence d'échantillonnage pour les flux de procédé qui sont acceptés régulièrement.

	<b>Pourcentage d'installations où cette pratique intervient (%)</b>
Site clos ou sur une base entièrement imperméable	<b>77</b>
Retour des eaux de pluies (à l'exception des administrations, bâtiments, toits) et lavage des camions citernes sur l'installation	<b>77</b>
Échantillonnage des flux de déchets plus importants ou d'une proportion fixe de ces derniers	<b>62</b>
Pesage d'un certain tonnage en entrée	<b>54</b>
Systèmes de lavage-épuratif partiel	<b>38</b>
Systèmes de lavage-épuratif complet	<b>15</b>
Échantillonnage de tous les déchets	<b>8</b>
Remarque : Les données correspondent à 13 sites de traitement physico-chimiques différents qui ont été analysés.	

**Tableau 4.5 : Procédures de contrôle identifiées dans des usines de traitement physico-chimique**

[56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003]

Les usines de traitement physico-chimiques traitent une certaine proportion des flux de déchets entrants, même si elles testent toujours les nouveaux flux de déchets et doivent avoir des informations raisonnables sur les déchets entrants afin d'exploiter avec efficacité leur procédé. Les sites ont besoin d'échantillons des déchets afin d'effectuer un criblage préliminaire avant l'acceptation de tous déchets sur le site ; par ailleurs, ils mettent en œuvre des routines de contrôle à l'arrivée concrète des déchets.

### Catalyseur de déchets

Un contrôle recherche des impuretés imprévues et des contaminations des matières ; ceci peut s'avérer efficace pour le maintien d'un produit plus propre et la réduction des émissions.

#### Charbon actif usagé

Le charbon actif reçu pour régénération doit être identifié et analysé en continu de sorte que les substances à désorber au cours du traitement soient connues et que l'on puisse s'assurer que l'installation peut les traiter en respectant les contraintes de l'autorisation. Le postulant doit énoncer clairement les types de contaminants du charbon actif qui doit être régénéré.

#### **Aspects économiques**

Les coûts de la caractérisation des déchets et de l'analyse pour protéger les ouvrages sont en général élevés. Ils peuvent atteindre 3 000 € (2 000 GBP) par analyse pour un banc d'essai imitant l'effet d'un déchet sur les ouvrages des stations d'épuration.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Ces analyses sont en général réglementées par la législation et les permis nationaux. La législation en matière de déchets dangereux, par exemple, s'assure que le stockage, la manutention, la classification, l'emballage et l'étiquetage des déchets sont mis en œuvre correctement.

#### **Installations type**

Appliquées dans tout le secteur de traitement des déchets. Premier exemple d'utilisation d'une procédure d'évaluation des risques pour sélectionner et, si besoin, effectuer l'analyse des déchets : les déchets classés comme étant à risques élevés sont toujours analysés à la livraison ; 2<sup>ème</sup> exemple : les déchets classés comme étant à faible risque sont testés à l'occasion et soumis à un contrôle de conformité avec les données de la phase de pré-acceptation.

#### **Références bibliographiques**

[29, UK Environment Agency, 1996], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [125, Ruiz, 2002], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

### **4.1.1.4 Échantillonnage**

#### **Description**

L'échantillonnage s'appuie en général sur une approche de risque prenant en compte la dangerosité des déchets ainsi que les connaissances du détenteur de déchets. Une bonne procédure d'échantillonnage envisage les questions suivantes :

- a. l'état physique des déchets (homogénéité/hétérogénéité)
- b. le nombre des échantillons et la taille des échantillons des déchets non-livrés en conteneurs
- c. le nombre des échantillons et la taille des échantillons des déchets livrés en conteneurs
- d. les procédures d'échantillonnage pour tous les déchets entrants, y compris les déchets en vrac (liquides et solides) et les déchets en fûts et en conteneurs ainsi que les « laboratory smalls ». Le nombre des échantillons prélevés augmente avec le nombre de conteneurs. Dans des situations extrêmes, les petits conteneurs doivent également être contrôlés en fonction des documents d'accompagnement. La procédure doit inclure un système qui permet d'enregistrer le nombre d'échantillons et le degré de consolidation
- e. avoir un système qui permet de s'assurer que les échantillons de déchets sont analysés
- f. les détails de l'échantillonnage des déchets en fûts dans le stockage désigné, par ex. délai après réception
- g. la vérification et le respect des essais pour confirmer l'identité et la description des déchets
- h. la conservation sur le site d'archives du régime d'échantillonnage pour chaque chargement avec la justification du choix de chaque option

## Chapitre 4

- i. l'échantillonnage des déchets mis en camion-citerne avant l'acceptation. Ainsi, il n'y a pas de stockage en attente d'échantillonnage
  - j. la conservation des échantillons sur site pendant un certain délai (par ex. 0,5 à 2 mois) une fois que les déchets ont été traités ou retirés du site, y compris tous les résidus issus de leur traitement
  - k. les échantillons prélevés en externe ou les rapports d'analyse, c'est-à-dire que le conducteur du véhicule qui transporte les déchets peut arriver sur le site avec un échantillon ou avec une analyse qui a été faite auparavant. En général, il s'agit d'une exception et n'est envisagé que si :
    - l'échantillonnage peut être rendu difficile en raison de considérations de contrôle d'environnement et de sécurité et santé, par exemple des substances réactives à l'eau
- les informations écrites suivantes ont été fournies : la composition chimique et physique, les caractéristiques des dangers, la présence de substances incompatibles et toutes les précautions de manipulation et les informations spécifiant le producteur de déchets et le procédé de départ
- les déchets ont été acheminés directement du site de production dans l'installation de traitement des déchets
  - le personnel procédant à l'échantillonnage peut apporter la preuve de qualifications et/ou de formation adéquates.

Pour l'échantillonnage de déchets liquides en vrac, il convient de noter que :

- l. les livraisons dans des camions-citernes en vrac doivent être accompagnées d'un certificat de " lavage " ou d'une déclaration de chargement précédent afin de pouvoir contrôler la contamination par cette voie
- m. les échantillons sont en général prélevés à partir de l'un des trois points suivants sur le camion-citerne :
  - panneau d'accès supérieur
  - vanne arrière
  - viseur
- n. la principale exigence est d'obtenir un échantillon représentatif du chargement, c'est-à-dire que l'échantillon doit prendre en considération toute la variation et tout le cloisonnement d'un chargement en vrac, de sorte que les scénarii de la pire éventualité puissent être pris en compte. Un échantillon de la surface du liquide prélevé à partir de la trappe d'accès supérieure peut ne pas être représentatif mais être utile pour établir s'il y a une couche, par exemple, de solvant ou de toute autre substance non-miscible, éventuellement non adaptée au traitement. Les échantillons de la partie supérieure doivent être obtenus à partir de la section du chargement, c'est-à-dire qu'un échantillon doit être prélevé au cœur du chargement.
- o. pour éviter d'avoir à prélever des échantillons à partir de la vanne arrière des camions-citernes qui peuvent éventuellement entraîner de petits déversements, on peut construire des passerelles.

Certains points spécifiques concernant l'échantillonnage des déchets en fûts (en fonction du type de conditionnement) sont abordés ci-dessous :

- p. le contenu ne peut être identifié avec certitude que si chaque conteneur est échantillonné. Par conséquent, l'acceptation implique d'échantillonner chaque conteneur ; toutefois, l'analyse des échantillons composites est en général acceptable avec un tel régime d'échantillonnage. Ainsi on obtient un échantillon représentatif en prélevant un échantillon au cœur à partir de la base du conteneur
- q. s'assurer que les couvercles, les bondes et les vannes sont remis en place immédiatement après l'échantillonnage
- r. des contrôles visuels pour chaque conteneur et la procédure d'échantillonnage doivent être définis sous la supervision de l'opérateur
- s. l'utilisation d'ouvertures, d'un contrôle visuel et d'un échantillonnage adaptés à tous les fûts au-delà d'une certaine capacité, par exemple 200 litres

- t. l'échantillonnage de déchets conditionnés dans des espaces clos maintenus sous dépression ou à l'intérieur de chambre dédiées avec des hottes aspirantes si les déchets contiennent des matériaux fugitifs.

Par exemple, dans le cas de la digestion des boues d'épuration, l'échantillonnage permet de s'assurer que les lots ne sont pas toxiques et qu'ils n'inhibent pas la digestion. Par ailleurs, pour tous les types d'échantillonnage de déchets, la procédure d'échantillonnage doit, en règle générale, s'assurer que l'échantillonnage et une analyse adéquate sont mis en œuvre en vue de caractériser les déchets. Le nombre d'échantillons prélevés dépend de l'évaluation des risques de problèmes potentiels. Les régimes d'échantillonnage à la phase de pré-acceptation n'incluent pas nécessairement l'échantillonnage de chaque fût, par exemple, la règle de "la racine carrée de  $(n+1)$ " peut être appliquée sous réserve que le criblage d'acceptation comporte l'échantillonnage de chaque conteneur. L'échantillonnage physique peut parfois ne pas être nécessaire ; c'est notamment le cas des bouteilles de gaz ou des piles usagées. Dans d'autres cas, tels que les déchets mis en fûts, un nombre plus important d'échantillons sera nécessaire car la caractérisation implique l'échantillonnage de tous les conteneurs. L'échantillonnage des déchets de production doit tenir compte de la variabilité du procédé et il peut être nécessaire de prélever plusieurs échantillons pour caractériser les déchets de manière suffisante. Le producteur de déchets peut assurer que l'échantillon est représentatif des déchets, fiable et qu'il est prélevé par une personne ayant l'appréciation technique du procédé d'échantillonnage en incluant les informations suivantes :

- emplacement du point d'échantillonnage, par ex. le réservoir d'effluent
- capacité de la cuve échantillonnée (pour les échantillons provenant de fûts, le nombre total de fûts est un paramètre supplémentaire)

méthode d'échantillonnage, par ex. robinet d'échantillonnages (flux moyen), échantillon " du haut "

- nombre d'échantillons et degré de consolidation
- conditions de fonctionnement au moment de l'échantillonnage, par ex. fonctionnement normal, arrêt, entretien et/ou nettoyage.
- Par ailleurs, le producteur de déchets peut assurer que l'échantillon est représentatif en :
- étiquetant clairement les échantillons et tout danger identifié
- incluant des systèmes pour permettre le suivi des échantillons et la vérifiabilité à l'intérieur de l'installation.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

L'échantillonnage est essentiel pour établir une bonne connaissance des déchets à traiter et, par conséquent, pour éviter les problèmes en cours de traitement. Certaines techniques préviennent également les émissions fugitives (par ex. provoquant des odeurs) en cours d'échantillonnage.

### **Données opérationnelles**

Un équipement de laboratoire spécifique est nécessaire pour pratiquer l'échantillonnage.

### **Applicabilité**

Certains types d'échantillonnage sont applicables à tous les types de déchets.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Une série de documents portant principalement sur les Normes d'échantillonnage européennes est en cours de développement et disponible, par ex. " échantillonnage des déchets liquides ou granulaires, y compris des matériaux pâteux " préparé par le Comité Technique CEN/TC 292 - Caractérisation des déchets. Le CEN/TC 343 a également préparé une spécification technique sur l'échantillonnage des combustibles solides de récupération.

D'autres normes consolidées sur le plan international sont, par exemple, ISO 10381 (échantillonnage des sols) et ISO 5667 (échantillonnage des eaux usées, des boues et des sédiments). Ces normes comportent des spécifications techniques pour la manipulation et la conservation des échantillons.

### Installations type

Toutes les installations de déchets procèdent à un échantillonnage.

### Références bibliographiques

[16, UK Environment Agency, 1996], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [122, Ruiz, 2002], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2004]

#### 4.1.1.5 Installations de réception

En règle générale, une aire de réception est prévue pour les déchets entrants. Avant d'être affectés, les déchets y sont soumis aux contrôles visuels préconisés dans la feuille d'expédition de déchets spéciale et un échantillonnage plus approfondi y est entrepris. Les sites tendent à échantillonner des flux de déchets spécifiques. Certaines bonnes pratiques en matière d'environnement appliquées aux installations de réception sont énoncées ci-dessous :

- a. avoir un laboratoire accrédité sur site pour analyser les échantillons de déchets pour la pré-acceptation et l'acceptation. Pour ce faire, le laboratoire procédant aux analyses doit être doté d'un système d'assurance qualité rigoureux, appliquer des méthodes de contrôle de qualité et tenir des archives adéquates pour les analyses
- b. doter les laboratoires d'un équipement de contrôle et des dispositifs nécessaires pour l'assurance qualité. En général, l'autorégulation n'est pas officiellement reconnue.
- c. disposer d'une aire de stockage réservée aux déchets en quarantaine ; ainsi si l'inspection ou l'analyse indique que les déchets ne satisfont pas les critères d'acceptation (y compris fûts endommagés, corrodés ou mal étiquetés) les déchets pourront y être stockés temporairement en toute sécurité. Un tel stockage sera limité à cinq jours ouvrables maximum. Lorsque la température ambiante est froide, cette durée de stockage peut dépasser cinq jours ouvrables pour permettre l'échantillonnage après le dégel. Après acceptation, les déchets peuvent être déplacés vers une autre aire de stockage (pour les déchets en vrac, il s'agira en général d'une aire de stockage en vrac). Des procédures écrites doivent être en place pour traiter des déchets mis en quarantaine ainsi que pour détailler et surveiller le volume de stockage maximal. Le reconditionnement des déchets avant leur retour au détenteur de déchets, ainsi que les procédures de conditionnement doivent faire l'objet de procédures écrites.
- d. signaler sur un plan du site les aires d'inspection, de déchargement et d'échantillonnage et avoir un système de drainage correctement scellé. Avoir un système de collecte séparé pour les déversements qui est séparé des égouts d'eaux de pluie et disposer d'un secteur souterrain scellé protégé contre les déchets devant être traités (lié aux techniques énoncées en Section 4.8.2)
- e. décharger les déchets dans des conteneurs dans une aire de réception spécialisée en attendant l'échantillonnage d'acceptation. Ce stockage doit se prolonger au maximum une semaine. Pendant cette période, il ne doit pas y avoir de groupage ou de mélange de fûts ou de décantage du contenu dans un stockage en vrac. Les déchets doivent être ventilés à l'intérieur de l'aire de réception en fonction de la compatibilité ; la ségrégation étant mise en œuvre immédiatement après le déchargement.
- f. évaluer immédiatement les déchets déposés dans l'aire de réception
- g. trier sans attendre les déchets en vue d'éliminer les dangers potentiels dus à l'incompatibilité qui peuvent impliquer que les déchets ne satisfont pas les critères d'acceptation.
- h. avoir un ou plusieurs points d'échantillonnage désignés ou une aire de réception. Ces derniers doivent se situer à proximité du laboratoire/de l'installation de contrôle et doivent être visibles.

- i. assurer que le déchargement, le point d'échantillonnage/les aires de réception et de quarantaine ont une surface étanche avec drainage autonome pour éviter que tout déversement ne pénètre les systèmes de stockage ou ne s'échappe hors du site
- j. veiller à ce que les substances incompatibles n'entrent pas en contact avec les déversements provenant de l'échantillonnage, par exemple, dans une fosse desservant le point d'échantillonnage. Des absorbants doivent être disponibles pour intervenir en cas de déversements.
- k. veiller à ce que le personnel de l'installation impliqué dans les procédures d'échantillonnage, de contrôle et d'analyse soit dûment qualifié, formé et astreint à une formation permanente régulière
- l. dès lors que l'analyse a confirmé que les déchets sont acceptables, créer un lot pour le traitement ou un chargement pour l'évacuation hors site. Une fois qu'un lot a été assemblé pour traitement, l'opérateur peut créer un échantillon composite pour analyse avant traitement. La portée réelle de l'analyse dépend du traitement envisagé mais doit toujours être spécifiée.
- m. s'assurer qu'à chaque étape de la réception des déchets dans l'installation de traitement de déchets (procédures de pré-acceptation, procédures d'acceptation, installations de réception) le personnel qui prélève et manipule les échantillons a le niveau de connaissance et d'expertise nécessaire
- n. avoir une aire de stockage désignée sur le site adaptée aux déchets reçus
- o. avoir une procédure claire prévoyant les mesures à prendre lorsque l'inspection et/ou l'analyse montre que les déchets ne satisfont pas les critères d'acceptation de l'installation ou ne sont pas adaptés à la description des déchets reçus durant la procédure de pré-acceptation. Cette procédure doit inclure toutes les mesures nécessaires (par ex. par les permis ou la législation nationale/internationale) pour informer les autorités compétentes, stocker en sécurité la livraison pendant une période de transition ou rejeter les déchets et les renvoyer au producteur de déchets ou vers toute autre destination autorisée.

Exemples de techniques spécifiques appliquées à l'arrivée du chargement :

- p. pesage de toutes les charges entrantes, sauf en présence de systèmes volumétriques fiables alternatifs rattachés à des données gravimétriques spécifiques
- q. refus de tout chargement sur le site en l'absence d'une capacité de stockage suffisante
- r. contrôle et approbation de tous les documents et solution de tout écart avant que les déchets ne soient acceptés.
- s. inspection visuelle du chargement - si possible les contrôles d'inspection doivent être effectués avant le déchargement. Toutefois, dans tous les cas l'inspection doit être mise en œuvre dès l'arrivée du chargement dans l'installation.
- t. vérification de chaque conteneur afin de confirmer les quantités indiquées dans le document d'accompagnement. Tous les conteneurs doivent être clairement étiquetés et doivent être équipés de couvercles, de bouchons et de vannes bien adaptés et bien en place. Les conteneurs qui ne répondent pas aux spécifications doivent être refusés. Après l'inspection, les déchets doivent être déchargés dans une aire de réception/échantillonnage dédiée.
- u. application d'un système de suivi des déchets du point d'acceptation jusqu'à la première phase de traitement qui modifie le caractère physique ou chimique des déchets, par exemple par un système d'identification (étiquette, code, etc.) pour tout conteneur ou fût stocké dans l'installation. Ces renseignements peuvent comporter les données nécessaires concernant la santé et la sécurité, les autres traitements, le code des déchets, le producteur initial, la date d'arrivée sur site, etc.
- v. lorsque les conteneurs sont regroupés, transfert du conteneur original dans le conteneur de vrac, indication de la date la plus précoce d'arrivée des déchets regroupés.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Identifie la source, la composition et le danger des déchets. Empêche l'acceptation de déchets en l'absence de renseignements écrits.



La plupart des déversements et des fuites en cours d'échantillonnage se font à une petite échelle, par ex. rejets à partir de la vanne arrière d'un camion-citerne si l'échantillon est prélevé à partir de ce point.

### Données opérationnelles

Il est nécessaire de disposer d'un laboratoire d'analyse chimique des échantillons. Remarque concernant la technique a (voir description ci-dessus) :, certains échantillons ne sont pas prélevés pour des contrôles et analyses immédiats.

Ainsi, certains échantillons sont conservés au cas où les autorités auraient besoin d'autres contrôles.

### Applicabilité

S'applique pleinement à tous les sites ; toutefois, dans certaines situations (par ex. les installations de traitement des déchets non dangereux) il peut s'avérer impossible d'avoir un laboratoire sur site pour des raisons pratiques ou économiques.

### Aspects économiques

Dans les installations de réception des stations d'épuration des eaux résiduaires, le déchargement et le stockage des camions-citernes peuvent coûter aux alentours de 1,5 millions € (1 million GBP). Les frais d'exploitation sont relativement bas et impliquent principalement des frais administratifs.

Techniques	Dépenses d'infrastructure (GBP)	Frais de fonctionnement (GBP)
Laboratoire analytique <sup>1,2</sup>	40 000	20 000
Dispositifs de surveillance continue <sup>2</sup>	10 000	1 000
<i>Spécifications techniques</i>		
Capacité	10 000	t/an
Types d'huile	huiles de lubrification	usagées
Fonctionnement du procédé	discontinu	
Débit des effluents gazeux	0 à 50	Nm3/h
Âge de l'installation	10	ans
Âge des dispositifs de lutte contre la pollution	2 ans	
Remarques :		
1. Suppose qu'aucun bâtiment neuf n'est nécessaire et que l'équipement de laboratoire est relativement simple. Le personnel compte un technicien à temps plein.		
2. Les frais des dispositifs de surveillance continue varient beaucoup en fonction du nombre de substances surveillées, des techniques analytiques utilisées et du fournisseur sélectionné.		

**Tableau 4.6 : Aspects économiques de l'équipement de laboratoire et de surveillance pour une installation de traitement des huiles usagées**  
[42, UK, 1995], [150, TWG, 2004]

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Dans toutes les installations de traitement des déchets, il est nécessaire d'avoir des installations de réception pour les déchets à traiter. Dans certains pays, il n'est pas obligatoire d'avoir une aire de stockage de quarantaine et, légalement, il n'est pas nécessaire de faire appel à un laboratoire accrédité en externe.

### Installations type

Toutes les unités de traitement des déchets disposent de certaines installations de réception. De nombreux sites ont un système de pré-réservation pour les déchets et l'aire de réception aura une liste précisant le contenu de chacun des chargements attendus dans une journée donnée. Certains sites ont une aire de réception groupée et couverte, d'autres ont des aires de réception groupées et couvertes différentes en fonction des groupes de déchets. On peut faire appel à la chromatographie gazeuse et à la spectroscopie de masse pour identifier les



composants des solvants et des huiles usagées mais leur emploi implique une interprétation par du personnel compétent et les coûts en sont élevés.

En fonction des déchets livrés, l'aire/la fosse de réception peut être équipée d'installations techniques de lutte incendie car certains déchets tendent à s'auto-inflammer, notamment les déchets ayant une forte teneur en matières organiques. La dégradation biologique peut être à l'origine de températures élevées et, dans certains cas, déclencher des incendies. Par ailleurs, les déchets éliminés peuvent contenir des particules incandescentes, notamment du charbon dont la combustion n'est pas achevée.

Normalement, l'aire de réception est couverte et les portes sont fréquemment fermées en raison des émissions d'odeur, de poussière et de bruit. L'aire ou la fosse de réception dispose d'une installation de ventilation d'air qui collecte l'air d'échappement. Pour éviter la fuite d'air à partir de l'intérieur, certaines installations sont équipées d'un système de ventilation d'air qui crée une pression négative dans l'aire ou la fosse de réception.

### Références bibliographiques

[29, UK Environment Agency, 1996], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [119, Watco, 2002], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [126, Pretz et al., 2003], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

## 4.1.2 Systèmes de gestion

La présente section donne une présentation générale des techniques de gestion appliquées en général aux installations de traitement des déchets.

### 4.1.2.1 Techniques pour déterminer le type de traitement appliqué à chaque déchet

#### DESCRIPTION

Après avoir établi la composition et les caractéristiques (par ex. teneur en éléments dangereux) des déchets et avoir confirmé que les déchets entreposés dans l'aire de réception/livraison correspondent à la description (procédure d'acceptation), il convient de déterminer une méthode ou une option de traitement des déchets. Le choix du traitement des déchets approprié s'appuie sur trois principes de base : 1) caractériser de manière adéquate les déchets, 2) s'assurer que les déchets sont adaptés à l'activité de traitement envisagée et 3) assurer le contrôle opérationnel du procédé de traitement, notamment la surveillance des intrants et des réactions et disposer d'objectifs de point final clairs. On trouvera ci-après certaines techniques applicables qui aident à atteindre ces objectifs :

#### Description

- décrire et envisager les activités de l'installation et les techniques proposées en vue de prévenir et de réduire l'intervention des déchets, l'émission de substances et le dégagement de chaleur (y compris pendant les périodes de démarrage et d'arrêt, d'arrêts momentanés, en cas de fuites ou dysfonctionnements)
- identifier les types de déchets soumis à chacun des procédés, notamment tous les éléments contaminants
- identifier la chimie du procédé et le destin de tous les éléments de déchets et de tous les produits de réaction
- identifier les options de réduction et de valorisation adaptées, notamment pour les composants qui peuvent être préjudiciables à l'environnement et qui ne sont pas détruits dans le traitement mais sont déplacés d'un milieu à un autre. Ceci peut impliquer le suivi des substances capables de pollution et qui peuvent être libérées en l'état à la suite du procédé de traitement.
- identifier une méthode de traitement adaptée à chaque demande de renseignements sur des nouveaux déchets

- f. s'assurer que la charge de départ du procédé n'inclut pas de substances telles que des solvants qui pourraient être récupérés à une phase ultérieure ; par exemple en séchant puis en distillant pour séparer les composants
- g. avoir une méthodologie claire permettant d'évaluer le traitement des déchets en tenant compte des propriétés physico-chimiques de chaque déchet et des spécifications des déchets traités
- h. signaler tout conseil relatif à un traitement de déchet préférable (par ex. lié à la hiérarchie du traitement des déchets) en fonction du type de déchets à traiter (par ex. EWL).

### Avantages obtenus pour l'environnement

Le choix d'un traitement adapté à chaque type de déchets est essentiel pour assurer la réduction des émissions dans l'environnement et un traitement correct des déchets.

### Données opérationnelles

Fréquemment, plusieurs procédures doivent être utilisées pour aboutir à un traitement correct des déchets. La procédure suivie ou plutôt leur combinaison (types de procédures, séquence de leur application, contrôles appliqués, etc.) sera, en règle générale, précisée par une procédure de coordination de l'installation/société. Avec ce type de procédure, les résultats de laboratoire concernant la composition des déchets et leur comportement ont un certain impact sur le type de traitement des déchets qui sera retenu.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Le choix d'un traitement ne dépend pas uniquement du type de déchets mais d'autres questions telles que les contraintes locales (par ex. stratégie en matière de déchets), des considérations logistiques et le type de traitement disponible dans la région sont également des éléments importants à prendre en compte.

Parfois et chaque fois que possible, les déchets devront être traités par le biais de voies chimiques, physiques ou biologiques s'ils contiennent des quantités inacceptables de substances ou de produits dangereux pour l'environnement qui peuvent être séparés, convertis ou immobilisés et, par conséquent, rendus moins nocifs.

### Installations type

Technique appliquée dans toutes les installations de traitement des déchets.

### Références bibliographiques

[53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.1.2.2 Approvisionnement garanti en déchets

##### Description

On peut envisager les déchets comme la matière " première " utilisée par les installations de traitement des déchets. Il peut arriver que les déchets servent de réactif pour en traiter d'autres. Il est toujours important de garantir la disponibilité des déchets/produits au bon moment afin de permettre un bon fonctionnement continu de l'installation.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Si les déchets doivent être utilisés comme réactifs dans un procédé de traitement, leur insuffisance peut retarder le procédé de traitement pour le type de déchet à traiter. Ce retard peut provoquer des problèmes environnementaux associés.

##### Applicabilité

Par exemple, la garantie de la performance à long terme de systèmes anaérobies est essentielle pour leur faisabilité économique (voir Section 4.2.4)

### Installations type

Dans le cas de la digestion anaérobie, le principal secteur préoccupant est celui de la garantie des performances à long terme d'une installation qui est essentielle pour sa faisabilité économique. On peut réduire le risque avec des développements technologiques mais les frais associés peuvent affecter le rendement économique à court terme. Un autre exemple est la garantie d'un approvisionnement en bases usagées dans les usines physico-chimiques suffisant pour neutraliser les matières acides si elles sont utilisées dans des procédés de neutralisation.

La fosse de réception ou l'équipement qui doit alimenter le procédé doit permettre une alimentation continue pour réduire les surcharges des machines.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [126, Pretz et al., 2003]

### 4.1.2.3 Techniques en vue d'améliorer la traçabilité des déchets

#### Description

Tous les systèmes de suivi ou de traçabilité à adopter doivent permettre de signaler l'ensemble des éléments suivants :

- quantité totale de déchets présents sur site à tout moment, dans les unités appropriées, par exemple, équivalents de fûts de 205 litres
- décomposition des quantités de déchets entreposés en attente de traitement sur le site, classés par filière de traitement
- décomposition des quantités de déchets présents sur le site pour entreposage uniquement, c'est-à-dire en attente d'un autre transfert
- décomposition des quantités de déchets par type de danger
- repérage de l'emplacement des déchets sur le site par rapport à un plan du site
- comparaison de la quantité sur le site en fonction des quantités totales autorisées
- comparaison du délai de présence sur le site des déchets, en fonction de la limite autorisée.

On peut faire appel à certaines techniques pour augmenter la traçabilité d'un déchet dans des installations de traitement des déchets :

- a. enregistrer et référencer les informations sur les caractéristiques des déchets et la source du flux de déchets, de sorte qu'elles soient disponibles à tout moment. Les déchets doivent recevoir un numéro de référence ; l'opérateur doit pouvoir obtenir ce dernier à tout moment en vue d'identifier où se situe un déchet spécifique dans l'installation, de déterminer à quand remonte sa présence et la filière de traitement envisagée ou en cours. C'est un élément important de la gestion de l'installation.
- b. réviser régulièrement et actualiser les informations sur le flux de déchets, c'est-à-dire mettre à jour les informations avec tous les changements
- c. mettre en place un système de suivi interne et une procédure de contrôle des stocks pour tous les déchets, avec référence à un numéro de référence unique établi en phase de pré-acceptation (voir Section 4.1.1.2)
- d. appliquer un système de suivi pour conserver toutes les informations générées durant les phases de pré-acceptation, acceptation, entreposage, traitement et/ou élimination du site. Les archives peuvent être établies et actualisées de manière continue pour refléter les livraisons, le traitement sur site et les ventilations. La documentation fournie par le chauffeur, les résultats écrits des analyses d'acceptation et les détails des points de déchargement ou des emplacements de transfert hors-site doivent être ajoutés à la documentation du système de suivi. Toutes les archives liées à la pré-acceptation doivent être conservées dans l'installation afin de pouvoir s'y référer et les vérifier lors de la phase d'acceptation des déchets. Les archives doivent être conservées pendant une période de deux à six mois après le traitement des déchets ou l'enlèvement de ces derniers

- e. donner à chaque flux de déchets un numéro de référence unique et “ suivre ” les déchets durant leurs phases d’acceptation, d’entreposage, de traitement ou d’enlèvement du site. Si les déchets sont des déchets qui interviennent de manière régulière, dans ce cas, le document doit être unique pour ce lot de déchets.
- f. avoir des systèmes documentaires ou une base de données informatiques/série de base de données, qui sont régulièrement sauvegardés. Le système de suivi fonctionne comme un système de gestion des déchets/de contrôle des stocks et comporte : la date d’arrivée sur le site, les renseignements sur le producteur des déchets, sur tous les détenteurs précédents, un identificateur unique, les résultats des analyses de pré-acceptation et d’acceptation, le type et la taille du conditionnement, la voie d’élimination/traitement envisagée, une archive précise de la nature et de la quantité des déchets conservés sur le site, notamment tous les dangers, positionnement physique des déchets par rapport au plan du site et le positionnement actuel des déchets dans la filière d’élimination envisagée, etc.
- g. tenir compte de la méthode de traitement ou de la voie d’élimination à laquelle est soumis le type spécifique de déchets
- h. tenir des archives pour s’assurer qu’une connaissance suffisante est disponible sur les déchets qui doivent être introduits dans un réservoir/cuve particulier. Par exemple, une fois que des déchets sont entrés dans un stockage en vrac ou dans un procédé de traitement, le suivi des déchets individuels n’est plus possible. Toutefois, le suivi des résidus/composés qui s’accumuleront à l’intérieur d’une cuve pendant les opérations de lavage peut être mis en œuvre afin d’éviter toute incompatibilité avec les déchets entrants
- i. pour les déchets liquides en vrac, tenir des archives de contrôle des stocks du cheminement dans le procédé alors que le contrôle des déchets en fûts doit faire appel à un étiquetage individuel de chaque fût pour consigner l’emplacement et la durée de l’entreposage
- j. avoir un système d’étiquetage et de conditionnement de bonne qualité pour les conteneurs entrants.

### Avantages obtenus pour l’environnement

Le système apporte une preuve documentaire du traitement donné à certains déchets, indiquant avec précision à quel moment les déchets sont arrivés sur le site, leur provenance, les produits avec lesquels ils ont été mélangés et entreposés, à quel moment ils ont été expédiés et pour quelle destination. Ces techniques permettent à l’opérateur de traitement des déchets de :

- tirer parti de toutes les synergies entre les déchets
- prévenir les réactions indésirées ou inattendues
- veiller à ce que les émissions soient prévenues ou réduites
- gérer le débit des déchets.

### Effets multimilieus

Non identifiés.

### Données opérationnelles

En général, des bases de données informatiques seront nécessaires. La mise en œuvre d’un système efficace fait également appel à un travail administratif supplémentaire. Les systèmes de traçabilité doivent s’interroger sur ce qui doit être suivi avec précision et à quel moment.

### Applicabilité

Largement appliquées dans le secteur du traitement des déchets. Dans le cas d’unités de traitement des déchets de taille réduite, l’adaptation de certains systèmes de traçabilité (par ex. passage du papier à l’informatique) peut être difficile.

L’application de certaines des techniques mentionnées ci-dessus peut ne pas être possible lorsque les installations fonctionnent sur une base continue ou semi-continue. C’est le cas, notamment lorsque des déchets liquides provenant de différents lots sont regroupés dans un réservoir de stockage, lorsque les déchets solides sont mis dans la fosse et mélangés avec d’autres déchets ou lorsque des propriétés physico-chimiques des déchets changent. Les systèmes de traçabilité sont plus difficiles à appliquer à de faibles volumes ou quantités.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Aider l'opérateur à gérer l'installation.

Les autorités en matière de déchets demandent au producteur de déchets qu'il précise que les déchets sont traités en accord avec toutes les règles techniques et avec la législation applicables. Ce système aide également à suivre comment et où les traitements ont été mis en œuvre.

**Installations type**

Utilisation fréquente dans les installations de traitement des déchets. D'une importance fondamentale pour les installations de transfert de déchets.

**Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

**4.1.2.4 Amélioration de l'efficacité du traitement des déchets****Description**

Cette section aborde l'efficacité du traitement des déchets sous l'angle de l'amélioration de l'utilité des extrants, de la consommation en matières premières et de l'analyse du flux de matières. Les techniques liées au rendement énergétique sont incluses en Section 4.1.3.4. Certaines techniques permettent d'améliorer l'efficacité du traitement des déchets, notamment :

- a. fournir une évaluation de l'efficacité du procédé de traitement en ce qui concerne les polluants, c'est-à-dire en terme d'élimination ou de séparation des substances dans le procédé, par exemple :
  - la précipitation des métaux à partir des solutions à éliminer dans le gâteau de filtration
  - le degré de transfert entre les déchets entrants et les émissions (dans l'air, les déchets solides dans la terre et les effluents liquides dans les égouts, par exemple pesticides ou solvants)
  - l'utilisation de vapeur thermique pour préchauffer les huiles usagées
- b. analyser les paramètres d'efficacité de la manière suivante :
  - repérage du procédé – identification des filières à l'intérieur du procédé pour la ou les substances spécifiques
  - bilan massique
- c. analyser la variabilité de l'effet que la composition des déchets peut avoir sur les performances des unités de traitement des déchets
- d. surveiller l'efficacité. La surveillance de l'efficacité opérationnelle peut être mise en œuvre par l'instrumentation, l'observation directe par les observateurs et l'analyse chimique. Tout programme de surveillance impliquera, en règle générale, une tenue approfondie d'archives en utilisant une combinaison d'ordinateurs, d'enregistreurs sur bande de papier et de journaux papier renseignés manuellement
- e. mettre en place des procédures pour le tri des déchets de manière à ne pas gêner le recyclage des matériaux triés.

Certaines de ces techniques font partie d'ISO 9000 et ISO 14001.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Une installation doit surveiller les opérations de manière attentive afin de s'assurer que les performances donnent les résultats attendus. L'optimisation des installations de traitement des déchets aide, en règle générale, à réduire les émissions et les consommations.

### Données opérationnelles

Pour être commercialement viables, les installations de traitement des déchets doivent, on le sait, traiter des flux de déchets variables, mais il n'est pas toujours désirable ni efficace de trop compliquer la conception et le fonctionnement d'un procédé de traitement des déchets en tentant de prendre en charge chaque composant des divers flux de déchets. La surveillance des déchets et l'application d'un tri adapté peuvent donc aider à renforcer l'efficacité et l'économie de l'opération.

Certains traitements de déchets doivent traiter un large éventail de déchets variables. Pour cela, l'installation et l'équipement doivent être souples et utilisables pour un certain nombre de déchets. Ceci contraste avec les techniques de traitements utilisées pour le traitement « en interne » dans les locaux du producteur de déchets où le nombre de flux de déchets est limité et bien caractérisé. Ces caractéristiques des traitements en interne peuvent mener au développement de techniques de traitement de flux isolés personnalisés.

### Applicabilité

Même lorsque le site pèse tous les déchets entrants et tous les flux de déchets et les produits sortants, il n'est pas toujours facile de dresser un bilan massique sensible sur le système. Les bilans massiques et l'analyse des flux de matériaux pour chaque fraction ou ingrédient isolé sont difficiles et parfois les résultats sont douteux. Cela s'explique principalement par les variations inhérentes aux déchets entrants.

Les exemples de produits recyclables dans les usines de traitement physico-chimiques sont principalement l'huile, la graisse, les solvants organiques, les métaux et les sels métalliques.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Entrepris, en règle générale, de manière indirecte en vue de réduire les frais d'exploitation des installations ou le coût d'élimination des déchets.

### Installations type

De nombreux sites ne disposent toujours pas de pont à bascule ou ne l'utilisent pas pour chaque chargement.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

#### 4.1.2.5 Techniques de gestion

##### Description

Exemples de techniques :

- a. contrôle opérationnel du procédé de traitement
- b. fourniture et entretien d'une infrastructure adaptée (mesures de bonne gestion)
- c. gestion des effluents (développée en Section 4.7.1)
- d. contrôle des installations basé sur des analyses faites en laboratoires qui déterminent également les programmes de traitement, les contrôles et la documentation nécessaires
- e. exploitation de l'installation exclusivement par du personnel spécialisé et expert (par ex. niveau gestion : diplôme universitaire, spécialisation et/ou diplôme pertinent ; niveau opérationnel : ouvrier spécialisé, assistant de laboratoire). Les qualifications du personnel peuvent être assurées par un mélange de temps d'études et de mesures de formation permanente ; les connaissances exigées du personnel technique qualifié étant déterminées et contrôlées dans le contexte de la certification de l'installation. Rattachement aux techniques décrites en Section 4.1.2.10.
- f. disposer de toutes les structures périphériques nécessaires pour un bon fonctionnement de l'entreprise. Ceci comporte notamment, les limites du terrain, les panneaux indiquant la



situation des places de parking et des installations d'entreposage, l'éclairage, des balances, un atelier, etc.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Amélioration générale de la prise de conscience en matière d'environnement de l'installation.

#### **Applicabilité**

La formation permanente est commune dans le secteur du traitement des déchets.

#### **Références bibliographiques**

[50, Scori, 2002], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

### **4.1.2.6 Identification des économies d'échelle et des synergies**

#### **Description**

En présence d'un certain nombre installations séparées (particulièrement avec différents opérateurs), on peut identifier des problèmes touchant l'ensemble des installations et des opportunités d'interaction entre les installations, ce qui permet d'améliorer les performances globales de chacune d'entre elles, notamment par le partage ou la combinaison d'informations ou d'activités et l'amélioration de la coopération. Exemples :

- a. amélioration des procédures de communication entre les différents détenteurs de permis ; notamment ceux qui sont nécessaires pour s'assurer que le risque d'incidents en matière d'environnement est minimisé
- b. exploitation des avantages issus des économies d'échelle pour justifier l'installation d'une centrale de cogénération partagée (voir sections « énergie » dans le cadre de la Section 4.1.3)
- c. combinaison de déchets combustibles pour justifier une installation de valorisation énergétique des déchets combinée (voir sections « énergie » dans la Section 4.1.3)
- d. utilisation des déchets issus d'une activité comme charge de départ pour une autre
- e. utilisation de l'effluent traité issu d'une activité, s'il n'est pas d'une qualité adéquate, en tant qu'alimentation en eau brute pour une autre activité
- f. combinaison d'effluents pour justifier une installation de traitement des effluents combinée ou modernisée
- g. éviter les accidents d'une activité susceptibles d'avoir un effet de ricochet préjudiciable sur une activité voisine
- h. éviter que la contamination des sols due à une activité n'en affecte une autre ou que d'éventuels problèmes qu'un opérateur peut avoir n'affectent le terrain sur lequel un autre est situé.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Peut augmenter le rendement énergétique, réduire la génération de déchets, réduire la consommation d'eau et réduire les émissions d'eau du complexe global.

#### **Effets multimiliieux**

Certaines de ces communications peuvent être difficiles si elles touchent des problèmes juridiques concernant la concurrence.

#### **Applicabilité**

Applicable en cas d'identification de synergies et lorsque plusieurs activités sont mises en œuvre.

#### **Aspects économiques**

En règle générale, diminue le coût global des traitements de déchets.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**



En règle générale, augmente la viabilité économique des traitements de déchets.

### Installations type

Il existe de nombreux exemples dans le secteur.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003]

#### 4.1.2.7 Fourniture de renseignements détaillés sur les activités à mettre en œuvre

##### Description

Il est important de disposer de descriptions adéquates des procédés, des activités et de l'équipement de contrôle et de réduction de la pollution utilisé pour permettre au régulateur de mieux comprendre le procédé employé. Certains éléments appropriés peuvent aider à dégager une bonne image de l'installation, notamment :

- a. une description des méthodes et procédés de traitement des déchets en place dans l'installation
- b. des schémas de tuyauterie et d'instrumentation des installations (par ex. R-/I-Fliesbilder)
- c. les schémas des principaux éléments des installations peuvent avoir un rapport avec l'environnement ainsi que les schémas de circulation des fluides. Par exemple, les schémas théoriques des éléments de stockage, des réservoirs ainsi que des installations de traitement et de réduction ; isolément ces informations ne sont pas suffisantes, mais, en règle générale, elles permettront de procéder à une bonne évaluation en matière d'environnement
- d. des détails sur les réactions chimiques et leur bilan énergétique/sur la cinétique de réaction
- e. un inventaire de l'équipement, détaillant le type d'installation et les paramètres théoriques, par exemple les points d'éclair
- f. des détails sur les types de déchets à soumettre au procédé
- g. une philosophie du système de contrôle et la manière dont ce dernier incorpore les informations de surveillance de l'environnement
- h. des détails sur les dispositifs en matière de mise à l'atmosphère et de secours d'urgence
- i. des procédures d'exploitation et de maintenance
- j. des détails sur la façon dont la protection est assurée pendant les conditions de fonctionnement anormal telles que des arrêts, des démarrages et des interruptions momentanés.

Par ailleurs, en ce qui concerne les informations, il est important pour les opérateurs :

- k. d'avoir accès à toutes les réglementations nécessaires concernant la sécurité et l'ordre opérationnels et à un programme des règles d'intervention avant le fonctionnement initial du plan
- l. de disposer d'une notice d'instructions. Cette dernière contient toutes les mesures nécessaires pour éliminer correctement et de manière sûre les déchets intervenant en cours de fonctionnement normal, lors des opérations d'entretien et durant les perturbations opérationnelles. Tous les procédés doivent être harmonisés avec les programmes d'alarme et d'urgence. La notice d'instruction donne également des détails sur les devoirs et les responsabilités du personnel d'exploitation, les instructions d'intervention, les dispositions en matière d'entretien et d'inspection, ainsi que les exigences en matière de rapports, documentation et stockage. Cette notice doit être mise à jour en fonction des besoins et doit être disponible avant la mise en service initiale de l'installation
- m. tenir un journal opérationnel afin d'y consigner en détail les conditions d'exploitation et de disposer d'une preuve du bon fonctionnement de l'installation. Le journal opérationnel contiendra toutes les informations pertinentes liées au fonctionnement au jour le jour de l'installation de gestion des déchets et, notamment :
  - consignera tous les déchets traités dans l'installation et toute autre matière qui est recyclée ou éliminée d'une autre manière, à l'extérieur de l'installation.
  - servira de registre des déchets acceptés
  - servira de registre de tout produit recyclé ou éliminé d'une autre manière à l'extérieur de l'installation

- servira de preuve documentée en cas de litige, par exemple, lorsque la livraison des déchets ne correspond pas avec les informations contenues dans la documentation de pré-acceptation. Dans ce cas, le journal détaillera toutes les mesures adoptées
  - consignera les incidents spéciaux et notamment les détails de perturbations opérationnelles, y compris des détails sur les causes éventuelles et les mesures correctives adoptées
  - consignera les délais de fonctionnement et d'arrêt de l'installation
  - consignera les résultats des investigations et des mesures d'auto-contrôle
  - consignera la nature et la portée de toutes les mesures d'entretien
  - consignera les résultats des contrôles de fonctionnement.
- n. tenir à jour le journal opérationnel. Toutes les déclarations complémentaires nécessaires pour les autorités appropriées doivent également être documentées dans le journal opérationnel. Pour certains systèmes, le journal opérationnel peut impliquer la collecte de feuilles isolées remplies par le personnel des différents secteurs. Le journal opérationnel peut également être géré en utilisant le traitement électronique des données. Que le journal soit traité de manière électronique ou au format papier, il doit toujours être conservé sous bonne garde et être protégé contre des accès illégaux
- o. conserver le journal opérationnel pendant une période de cinq ans
- p. signaler en diligence tous les incidents qui entraînent un écart significatif par rapport au fonctionnement normal aux autorités appropriées, en particulier les incidents qui immobilisent l'installation.
- q. préparer une revue annuelle des activités mises en œuvre et des déchets traités. L'étude annuelle peut également contenir un bilan trimestriel des déchets et des flux de résidus, y compris des matériaux auxiliaires utilisés pour chaque site. L'étude annuelle doit être soumise à l'autorité appropriée dans un délai de trois mois après la clôture de chaque exercice.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Aide à évaluer les propositions des opérateurs et notamment les opportunités pour d'autres améliorations.

#### **Effets multimilieus**

Pas d'effet connu.

#### **Données opérationnelles**

Opération de gestion.

#### **Applicabilité**

Totalement applicable dans toutes les installations de traitement des déchets. Toutefois, la technique « d » (voir description ci-dessus) est quelquefois considérée comme difficile à appliquer dans certaines installations en raison des mélanges complexes que représentent certains déchets ainsi qu'en raison de la variabilité de la composition des déchets.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Fait en règle générale partie de l'autorisation d'exploitation.

#### **Installations type**

Technique commune.

#### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

### **4.1.2.8 Outils de management environnemental**

### DESCRIPTION

Les meilleures performances en matière d'environnement sont habituellement obtenues en installant la meilleure technologie et en l'utilisant le plus efficacement possible. La définition donnée dans la Directive PRIP des « techniques » comme « *la technologie utilisée et la manière dont l'installation est conçue, construite, entretenue, exploitée et déclassée* » reconnaît cet état de faits.

Pour les installations PRIP, un Système de management environnemental (SME) est un outil qui permet aux exploitants d'aborder les problèmes de conception, de construction, d'entretien et de déclassement avec une approche systématique et argumentée. Un système de management environnemental couvre la structure organisationnelle, les responsabilités, les pratiques, les procédures, les procédés et les ressources concourant à l'élaboration, au déploiement, à l'entretien, à l'examen périodique et au suivi de la politique appliquée en matière de protection de l'environnement. Les Systèmes de management environnemental sont d'autant plus efficaces et efficients qu'ils font partie intégrante de la gestion et de l'exploitation globale d'une installation.

Dans l'Union européenne, de nombreux organismes ont décidé volontairement de mettre en œuvre des systèmes de gestion environnementaux fondés sur EN ISO 14001:1996 ou sur le système communautaire de management environnemental et d'audit (EMAS). EMAS comporte des exigences du système de gestion EN ISO 14001, mais fait porter un accent plus important sur le respect légal, les performances environnementales et l'implication du personnel ; il fait également appel à une vérification externe du système de gestion et à la validation des déclarations environnementales publiques (dans EN ISO 14001 une auto-déclaration est une alternative à la vérification externe). De nombreux organismes ont décidé de mettre en place des Systèmes de management environnemental non-normalisés.

Si les deux systèmes normalisés (EN ISO 14001:1996 et EMAS) et les systèmes non normalisés (« personnalisés ») considèrent l'*organisation* comme une entité, le présent document adopte une approche plus étroite et ne couvre pas toutes les activités de l'organisation par exemple, en ce qui concerne leurs produits et services, car l'entité régulée au titre de la Directive IPPC est l'*installation* (telle que définie à l'Article 2).

Un système de management environnemental (SME) pour une installation IPPC peut comporter les éléments suivants :

- définition d'une politique environnementale
- planification et établissement d'objectifs et de cibles
- mise en œuvre et exploitation de procédures
- contrôle et action corrective
- revue de gestion
- préparation d'une déclaration environnementale régulière
- validation par un organisme de certification ou un contrôleur SME externe
- considérations en matière de conception pour le déclassement de l'installation en fin de vie
- développement de technologies plus propres
- étalonnage.

Ces caractéristiques sont expliquées plus en détail ci-dessous. Pour des renseignements détaillés sur les composants (a) à (g), qui sont tous inclus dans EMAS, le lecteur est renvoyé à la documentation de référence indiquée ci-dessous.

a. définition d'une politique d'environnement

La direction supérieure est responsable de la définition d'une politique d'environnement pour une installation et elle doit s'assurer que :

- elle est appropriée à la nature, à l'échelle et à l'impact sur l'environnement des activités
- elle comporte un engagement de prévention et de contrôle de la pollution
- elle comporte un engagement de respect de l'ensemble de la législation et des réglementations en matière d'environnement applicables, pertinentes et des autres exigences auxquelles l'organisation souscrit

- elle fournit le cadre pour définir et revoir les objectifs et les cibles en matière d'environnement
  - elle est documentée et communiquée à tous les employés
  - elle est disponible au public et à toutes les parties concernées
- b. planification, c'est-à-dire :
- procédures en vue d'identifier les aspects environnementaux de l'installation, afin de déterminer les activités qui ont ou peuvent avoir un impact significatif sur l'environnement et assurer la mise à jour de ces informations
  - procédures visant à identifier et avoir accès aux exigences légales et autres exigences auxquelles souscrit l'organisme et qui sont applicables aux aspects environnementaux de ses activités
  - définition et examen des objectifs et des cibles environnementaux documentés, prenant en considération les exigences légales et autres et les avis des parties intéressées
  - définition et mise à jour régulière d'un programme de gestion de l'environnement avec la désignation de la responsabilité pour atteindre les objectifs et les cibles à chaque fonction et niveau concernés ainsi que les moyens et le calendrier qui permettent d'atteindre ces objectifs
- c. Mise en œuvre et exploitation des procédures
- Il est important de mettre en place des systèmes qui permettent de s'assurer que les procédures sont connues, comprises et respectées. Par conséquent, une gestion environnementale efficace comporte :
- structure et responsabilité
    - définition, documentation et communication des rôles, responsabilités et autorités, avec notamment la désignation d'un représentant en matière de gestion spécifique
    - mise à disposition des ressources essentielles à la mise en œuvre et au contrôle du système de management environnemental, notamment les compétences, la technologie, les ressources spécialisées et les ressources financières
  - formation, prise de conscience et compétences
    - identification des besoins en matière de formation en vue de s'assurer que tout le personnel dont le travail peut avoir un impact significatif sur l'environnement a reçu la formation appropriée
  - communication
    - établissement et maintien des procédures pour la communication interne entre les différents niveaux et fonctions de l'installation, ainsi que des procédures qui renforcent le dialogue avec les parties externes intéressées et des procédures pour recevoir, documenter et, si besoin, répondre à la communication pertinente des parties externes intéressées
  - engagement des employés
    - implication des employés dans le processus visant à atteindre un niveau élevé de performances environnementales en appliquant des formes appropriées de participation telles qu'un système de « boîte à idées » ou des travaux de groupe basés sur des projets ou des commissions environnementales
  - documentation
    - établissement et actualisation d'informations, au format papier ou électronique, en vue de décrire les éléments essentiels du système de management ainsi que ses interactions et orienter vers la documentation concernée.
  - efficacité du contrôle de procédé
    - contrôle adéquat des procédés dans les modes d'exploitation, c'est-à-dire la préparation, le démarrage, l'exploitation de routine, l'arrêt et les conditions anormales.
    - identification des indicateurs de performance clef ainsi que des méthodes permettant de mesurer et de contrôler ces paramètres (par ex. le débit, la pression, la température, la composition et la quantité).

- documentation et analyse des conditions d'exploitation anormales en vue d'identifier les causes racine et de les traiter afin de s'assurer que les événements ne se reproduisent pas (ceci peut être facilité par une culture qui « évite le blâme » et où l'identification des causes est plus importante que blâmer les individus)
- programme d'entretien
  - établissement d'un programme structuré pour l'entretien en s'appuyant sur des descriptions techniques de l'équipement, des normes etc. ainsi que sur les défaillances de l'équipement et les conséquences.
  - prise en charge du programme d'entretien par des systèmes de tenue d'archives appropriés et par des systèmes de diagnostic.
  - affectation claire des responsabilités pour la planification et l'exécution de l'entretien.
- préparation et réaction aux situations d'urgence
  - établissement et maintien de procédures en vue d'identifier les accidents et situations d'urgence potentiels et les réactions à ces derniers et en vue de prévenir et d'atténuer l'impact sur l'environnement qui peut leur être associé

d. Actions de contrôle et de correction, à savoir :

- surveillance et mesure
  - établissement et maintien de procédures documentées pour surveiller et mesurer, avec régularité, les caractéristiques essentielles des opérations et des activités qui peuvent avoir un impact significatif sur l'environnement, y compris l'enregistrement d'informations pour le suivi des performances, les contrôles opérationnels pertinents et la conformité avec des objectifs et des cibles environnementaux des installations (voir également Document de référence sur la Surveillance des émissions) [68, EIPPCB, 2003]
  - établissement et maintien d'une procédure documentée pour évaluer périodiquement le respect de la législation et des réglementations en matière d'environnement pertinentes.
- actions correctives et de prévention
  - établissement et maintien de procédures en vue de définir les responsabilités et l'autorité pour la gestion et les recherches sur les non-conformités avec les conditions des permis, d'autres exigences légales ainsi que des objectifs et des cibles ; adoption de mesures en vue d'atténuer tout impact provoqué et d'initier et compléter les actions correctives et de prévention qui sont appropriées à l'ampleur du problème et proportionnelles à l'impact environnemental rencontré
- archives
  - établissement et maintien de procédures pour identifier, maintenir et éliminer des archives sur l'environnement lisibles, identifiables et pouvant être suivies, y compris des archives sur la formation et les résultats des audits et des revues
- audits
  - établissement et maintien (a) de programmes et de procédures pour les audits périodiques du système de management environnemental qui comportent des discussions avec le personnel, l'inspection des conditions d'exploitation et de l'équipement et la revue des archives et de la documentation et qui se traduit par un rapport écrit qui doivent être exécutés impartialement et objectivement par les employés (audits internes) ou par des parties externes (audits externes), couvrant la portée, la fréquence et les méthodologies d'audit ainsi que les responsabilités et les exigences de mise en œuvre des audits et de rapport des résultats afin de déterminer si oui ou non le système de management environnemental est conforme aux arrangements planifiés et a été correctement mis en œuvre et maintenu
  - réalisation de l'audit ou d'un cycle d'audit, selon le cas, à des intervalles de trois ans maximum, en fonction de la nature, de l'ampleur et de la complexité des activités, de la signification des impacts environnementaux associés, de l'importance et de l'urgence des problèmes détectés par les audits précédents et de l'historique des problèmes environnementaux – les activités plus complexes avec un impact environnemental plus significatif font l'objet d'un audit plus fréquent
  - mise en place des mécanismes appropriés pour s'assurer que les résultats des audits sont suivis.
- évaluation périodique du respect des aspects légaux

- 
- revue de conformité de la législation en matière d’environnement applicable et des conditions des permis environnementaux détenus par l’installation
  - documentation de l’évaluation
- e. revue de la direction, c’est-à-dire :
- revue, par la direction supérieure, à des intervalles que cette dernière détermine, du système de management environnemental, afin de s’assurer qu’il continue à être adapté, adéquat et efficace
  - vérification que les informations nécessaires sont collectées pour permettre à la direction de mettre en œuvre cette évaluation
  - documentation de l’évaluation.
- f. préparation régulière d’une déclaration de principe en matière de protection de l’environnement
- préparation d’une déclaration de principe en matière d’environnement qui porte une attention particulière aux résultats obtenus par l’installation en fonction de ses objectifs et de ses cibles en matière d’environnement. Sa régularité va de une fois par an à une fréquence plus réduite en fonction de la signification des émissions, de la génération de déchets, etc. Elle tient compte des besoins d’informations des parties intéressées pertinentes et est publiquement disponible (par le biais de publications électroniques, bibliothèques, etc.)
  - lors de la préparation d’une déclaration, l’opérateur peut utiliser des indicateurs de performance environnementaux existants, en s’assurant que les indicateurs choisis :
    - donnent une évaluation précise des performances de l’installation
    - sont compréhensibles et ne sont pas ambigus
    - permettent une comparaison d’une année à l’autre pour évaluer le développement des performances environnementales de l’installation
    - permettent la comparaison avec les jalons par secteur, nationaux ou régionaux, si besoin
    - permettent la comparaison avec les exigences réglementaires appropriées
- g. **validation par un organisme de certification ou un vérificateur de Système de management environnemental externe.**
- faire examiner et valider le système de management, la procédure d’audit et la déclaration en matière d’environnement par un organisme de certification accrédité par un vérificateur de Système de management environnemental externe peut, si cela est mis en œuvre correctement, améliorer la crédibilité du système.
- h. considérations en matière de conception pour le déclassement des installations en fin de vie
- la prise en compte à titre préventif de l’impact sur l’environnement d’un déclassement éventuel de l’unité à la phase de conception d’une nouvelle installation, facilite le déclassement, permet un déclassement plus propre et meilleur marché
  - le déclassement pose des risques environnementaux pour la contamination du sol (et des eaux souterraines) et génère d’importantes quantités de déchets solides. Les techniques de prévention sont spécifiques au procédé mais les considérations générales peuvent inclure :
    - éviter des structures enterrées
    - incorporer des caractéristiques qui facilitent le démantèlement
    - choisir des finis de surface qui sont facilement décontaminés
    - utiliser une configuration d’équipement qui réduit les produits chimiques piégés et facilite le lavage et l’évacuation.
    - concevoir des unités autonomes, flexibles, qui permettent une fermeture progressive
    - si possible, utiliser des produits biodégradables et recyclables
- i. développement de technologies plus propres :
- la protection de l’environnement doit être une caractéristique inhérente à toute activité de conception de procédé mise en œuvre par l’opérateur ; en effet, l’intégration des techniques le plus en amont possible dès la phase de conception augmente leur efficacité et les rend plus économiques. La prise en compte du développement de technologies plus propres peut, par exemple, se faire par le biais d’activités ou
-



d'études de R&D. Il est possible, en alternative aux activités internes, de prendre des arrangements pour se tenir au courant et, le cas échéant, demander des travaux à d'autres opérateurs ou instituts de recherches actifs dans les domaines pertinents

- j. Étalonage concurrentiel, c'est-à-dire :
- mise en œuvre de comparaisons systématiques et régulières avec des jalons sectoriels, nationaux ou régionaux, notamment pour le rendement énergétique et les activités de conservation de l'énergie, le choix des matériaux entrants, les émissions dans l'air et les rejets dans l'eau (en utilisant, par exemple, le Registre européen des émissions de polluants, EPER), la consommation d'eau et la génération de déchets.

### Systèmes de management environnemental normalisés et non-normalisés

Un Système de management environnemental (EMS) peut prendre la forme d'un système normalisé ou non-normalisé (« personnalisé »). La mise en œuvre et le respect d'un système normalisé reconnu internationalement tel que EN ISO 14001:1996 peut donner une crédibilité plus importante au Système de management environnemental, particulièrement lorsqu'il est soumis à une vérification externe en bonne et due forme. Les EMAS apportent une crédibilité supplémentaire en raison de l'interaction avec le public par le biais de la Déclaration de principe en matière de protection de l'environnement et du mécanisme pour assurer le respect de la législation environnementale applicable. Toutefois, les systèmes non-normalisés peuvent en principe être tout aussi efficaces, sous réserve qu'ils soient correctement conçus et mis en œuvre.



### Avantages obtenus pour l'environnement

La mise en œuvre et le respect d'un Système de management environnemental fait porter l'attention de l'opérateur sur les performances environnementales de l'installation. Notamment, le maintien et le respect de procédures d'exploitation claires pour les situations normales et anormales et les lignes de responsabilités associées doivent s'assurer que les conditions des autorisations de l'installation et les autres cibles et objectifs en matière d'environnement sont satisfaits à tout moment.

Les systèmes de management environnementaux assurent, en règle générale, une amélioration continue des performances environnementales de l'installation. Plus le point de départ est bas, plus l'on peut s'attendre à des améliorations significatives à court terme. Si l'installation a déjà de bonnes performances globales en matière d'environnement, le système aide l'opérateur à maintenir les performances à un niveau élevé.

### Effets multimiliex

Les techniques de management environnementales sont conçues pour aborder l'impact environnemental global, qui est en accord avec l'approche intégrée de la Directive IPPC.

### Données opérationnelles

Pas d'informations spécifiques.

### Applicabilité

Les composants décrits ci-dessus peuvent, en règle générale, être appliqués à toutes les installations IPPC. La portée (par ex. le niveau de détail) et la nature du Système de management environnemental (par ex. normalisé ou non-normalisé) seront en général liées à la nature, à l'ampleur et à la complexité de l'installation et à la plage d'impacts environnementaux qu'elle peut avoir.

### Aspects économiques

Il est difficile de déterminer avec précision les coûts et les aspects économiques de l'introduction et du maintien d'un bon Système de management environnemental. Un certain nombre d'études sont présentées ci-dessous. Toutefois, ce ne sont que des exemples et les résultats ne sont pas totalement cohérents. Ils peuvent ne pas être représentatifs de tous les secteurs dans l'Union européenne et doivent, par conséquent, être traités avec prudence.

Une étude suédoise réalisée en 1999 a porté sur les 360 sociétés enregistrées EMAS et certifiées ISO en Suède. Avec un taux de réponse de 50 %, elle a conclu, notamment, que :

- les dépenses réalisées pour introduire et exploiter un Système de management environnemental sont élevées mais ne sont pas déraisonnables, sauf dans le cas de très petites sociétés. Les dépenses devraient diminuer à l'avenir.
- un degré supérieur de coordination et d'intégration du Système de management environnemental avec d'autres systèmes de gestion est envisagé comme une manière possible de diminuer les coûts.
- la moitié des objectifs et des cibles environnementaux s'avère payants en moins d'un an par le biais d'économies de coûts et/ou d'augmentation des recettes.
- des économies plus importantes ont été réalisées par le biais d'une réduction de dépenses en matière d'énergie, de traitement des déchets et de matières premières
- la plupart des sociétés estiment que leur position sur le marché a été renforcée par le biais du Système de management environnemental ; un tiers des sociétés signale une augmentation des revenus grâce au Système de management environnemental.

Dans certains États membres, des droits de supervision réduits sont facturés si l'installation a une certification.

## Chapitre 4

Un certain nombre d'études ([77, Klemisch et Holger, 2002], [78, Clausen et al., 2002]) montrent qu'il y a une relation inverse entre la taille de la société et le coût de la mise en œuvre d'un Système de management environnemental. Une relation inverse similaire existe pour la période d'amortissement du capital investi. Les deux éléments impliquent une relation coût/bénéfice moins favorable pour la mise en œuvre d'un système de management environnemental dans des PME comparées à des sociétés de taille plus importante.

Selon une étude suisse, le coût moyen de construction et d'exploitation ISO 14001 peut varier :

- pour une société ayant entre 1 et 49 employés : (64 000 CHF) 44 000 € pour la construction du Système de management environnemental et (16 000 CHF) 11 000 € par an pour l'exploitation de ce dernier
- pour un site industriel de plus de 250 employés : (367 000 CHF) 252 000 € pour la construction du Système de management environnemental et (155 000 CHF) 106 000 € par an pour son exploitation.

Ces chiffres moyens ne représentent pas nécessairement le coût réel pour un site industriel donné car il dépend également d'un certain nombre d'éléments significatifs (éléments polluants, consommation d'énergie, etc.) ainsi que de la complexité des problèmes à étudier.

Une étude allemande récente [69, Schaltegger et Wagner, 2002] montre les coûts suivants (voir Tableau 4.7) pour les EMAS de différentes branches. Il est à noter que ces chiffres sont nettement inférieurs à ceux de l'étude suisse citée ci-dessus. C'est donc une confirmation de la difficulté à déterminer les coûts d'un Système de management environnemental.

Coûts pour la construction (€) :	Coûts pour la validation (€):
plage : 18 750 à 75 000	plage : 5 000 à 12 500
moyenne : 50 000	moyenne : 6000

**Tableau 4.7 : Coûts de l'application d'EMAS**

Une étude menée par le German Institute of Entrepreneurs [70, UNI/ASU, 1997] donne des informations sur les économies moyennes annuelles dégagées pour EMAS ainsi que le délai moyen de recouvrement de l'investissement. Par exemple, pour des frais de mise en œuvre de 80 000 €, ils ont constaté des économies moyennes de 50 000 € par an, correspondant à une période de recouvrement de l'investissement d'environ un an et demi.

Il est possible d'estimer les frais externes liés à la vérification du système à partir des directives issues du International Accreditation Forum [71, IAF, 2003].

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Les systèmes de management environnemental peuvent offrir un certain nombre d'avantages, par exemple :

- meilleure vision des aspects environnementaux de la société
- amélioration de la base de prise de décision
- renforcement de la motivation du personnel
- opportunités accrues pour réduire les frais d'exploitation et améliorer la qualité des produits
- amélioration des performances environnementales
- amélioration de l'image de la société
- réduction des frais de responsabilité, d'assurance et de non-respect
- augmentation de l'attrait pour les employés, les clients et les investisseurs
- augmentation de la confiance des régulateurs, ce qui peut entraîner une réduction de la surveillance réglementaire
- amélioration des relations avec les groupes de défense de l'environnement.

**Installations type**

Les caractéristiques décrites sous (a) à (e) ci-dessus sont les éléments de EN ISO 14001:1996 et du Système communautaire de management environnemental et d'audit (EMAS), alors que les caractéristiques (f) et (g) sont spécifiques au EMAS. Ces deux systèmes normalisés sont appliqués dans sept installations de traitement de déchets. Les exemples donnés proviennent d'installations pour le traitement d'huiles usagées, de solvants résiduels, de préparation de combustible issu des déchets à partir de déchets dangereux et de déchets non-dangereux.

**Références bibliographiques**

[66, TWG, 2003], [72, EC, 2001], [73, ISO, 1996], [150, TWG, 2004]

**4.1.2.9 Favoriser une bonne collaboration entre le producteur et le détenteur de déchets****Description**

On peut dire, en général, que plus les options sont adoptées en amont de la chaîne plus elles seront riches en avantages et que « mieux vaut prévenir que guérir ». Les mesures prises par le producteur et le détenteur de déchets peuvent donc avoir un impact important sur les déchets. Cette technique s'attache donc conséquemment à tenter d'influencer le producteur et le détenteur de déchets et, en cas de problèmes, à chercher à modifier les mauvaises habitudes de gestion des déchets du producteur et du détenteur.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Les installations de traitement des déchets s'appuient fortement sur les maillons de la logistique, les actions et les sociétés en amont, particulièrement si cela peut aider à éviter de faire appel à des solutions très coûteuses pour le traitement des déchets.

**Applicabilité**

Il peut parfois être très difficile de persuader les producteurs et les détenteurs de déchets de modifier leurs habitudes. De plus, le producteur de déchets est contrôlé par les autorités.

**Aspects économiques**

En règle générale, diminue le coût du traitement des déchets.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Tenter de réduire le coût du traitement. Cette technique est liée à l'Article 3(c) obligations des producteurs de déchets dans les secteurs soumis à l'IPPC et, pour les producteurs non soumis à l'IPPC, à l'Article 2 de la Directive sur les déchets dangereux (91/689/EEC).

**Installations type**

Usines de traitement physico-chimique des eaux résiduaires. Les eaux résiduaires issues du traitement des déchets dans une usine physico-chimique contiennent des niveaux inadmissibles de matières organiques, dites AOX (Halogène adsorbable lié organiquement). Des procédures coûteuses sur le plan technique et, en partie, à forte consommation d'énergie telles que l'adsorption ou l'oxydation doivent être utilisées pour séparer ces matières organiques des eaux résiduaires ou pour les convertir en eaux résiduaires.

A cet égard, une solution indépendante des procédés consiste à séparer la collecte des matières organiques dites AOX - directement au point où elles arrivent, de sorte qu'elles ne soient pas ensuite mélangées avec les déchets à traiter et ne puissent pas contaminer les eaux résiduaires produites au cours du traitement des déchets. Il n'est donc plus nécessaire d'appliquer les procédures susmentionnées pour réduire la proportion de matières organiques décrites sous le nom d'AOX.

Les AOX ne peuvent pas être séparées par adsorption avec du charbon actif. Une collecte séparée des matières intervenant dans les AOX est certainement plus efficace. En pratique, ces types de substances sont maintenus strictement séparés.

L'opération de distillation doit fonctionner de manière logistique afin d'accomplir la collecte séparée des produits à préparer en fonction des critères de distillation. Cette coopération est mise en œuvre en pratique et a fait la preuve de son efficacité.

**Références bibliographiques**[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

### 4.1.2.10 Emploi de personnel qualifié sur le site

#### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. Dispositions générales : à tout moment, l'opérateur d'une installation de traitement de déchets doit disposer d'un personnel suffisant disponible, responsable et suffisamment qualifié. Tout le personnel doit suivre une formation spécifique assortie d'une formation permanente.
- b. Personnel de supervision : le personnel de supervision et tous les responsables de sections d'une installation de traitement de déchets doivent être fiables et qualifiés techniquement et ils doivent disposer d'une expérience pratique appropriée. Les qualifications techniques peuvent avoir été obtenues dans un cours suivi avec succès dans un établissement technique agréé ou sous contrat, dans une université de sciences appliquées ou dans une école d'ingénierie. L'expertise technique sera également reconnue sur la base d'une formation comparable ou du nombre d'années d'expérience pratique.
- c. Autre personnel : le reste du personnel doit être fiable et qualifié sur le plan technique. Ses compétences techniques peuvent s'appuyer, par exemple, sur des qualifications formelles dans des secteurs tels que les services et l'élimination des déchets municipaux, sur de nombreuses années d'expérience pratique ou sur une formation comparable.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Améliore les performances de l'installation en matière d'environnement. Il est essentiel d'avoir un personnel qualifié et formé dans les opérations de traitement des déchets, tant pour les producteurs de déchets (tri, collecte, etc.) que pour l'opérateur de traitement de déchets. La sûreté, la santé, la sécurité et la protection de l'environnement dépendent d'une bonne gestion de l'installation et reflètent les qualifications des employés.

#### Effets multimiliex

Inconnus.

#### Données opérationnelles

Il s'agit d'un outil de gestion.

#### Applicabilité

Entièrement applicable à la totalité du secteur du traitement des déchets.

#### Économie

En règle générale, le personnel qualifié est plus coûteux. La mise en place de programmes de formation (en interne ou sous-traités en externe) imposera des frais supplémentaires à l'opérateur.

#### Installations type

Les exemples sont nombreux dans le secteur. Il peut arriver que des déchets livrés provoquent des problèmes, il est donc avantageux que le personnel en charge soit averti des déchets problématiques. Toutefois, le personnel doit être informé de toutes les matières qui peuvent poser des problèmes en cours de traitement. En fonction des machines utilisées, il peut s'agir de pièces particulièrement volumineuses ou de certains composants tels que des métaux. Si ce personnel reste vigilant, il est possible de garantir un traitement quasi continu avec de faibles fluctuations de qualité.

**Références bibliographiques**[126, Pretz et al., 2003], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 4.1.3 Gestion des services publics ainsi que des matières premières

#### 4.1.3.1 Décomposition de la consommation et de la génération d'énergie par source

##### Description

Afin d'améliorer le système d'énergie d'un point de vue environnemental, ce dernier doit être bien compris et faire l'objet de rapports complets. On trouvera ci-dessous certaines techniques qui peuvent être utilisées :

- a rapporter les informations sur la consommation d'énergie en termes d'énergie fournie. Ainsi, l'électricité peut être convertie en une consommation d'énergie primaire en appliquant des facteurs nationaux/régionaux (par ex. au Royaume-Uni on utilise en général un facteur de conversion de 2,6 pour l'alimentation en électricité publique). Le Tableau 4.8 présente un format type de la présentation de ces informations :

Source d'énergie	Consommation d'énergie		
	Livrée (MWh)	Primaire (MWh)	% du total
Electricité*			
Gaz			
Combustibles liquides			
Déchets			
Autres (à spécifier par l'opérateur)			
* spécifier la source			

**Tableau 4.8 : Rapport de la consommation d'énergie [55, UK EA, 2001]**

- b. rapporter l'énergie exportée à partir de l'installation
- c. fournir des informations sur les flux d'énergie (par exemple diagrammes ou bilans énergétiques) montrant comment l'énergie est utilisée dans l'ensemble du procédé. Ces informations peuvent permettre aux opérateurs de définir ou de calculer la consommation en énergie spécifique de l'installation.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Évaluation de la réduction des émissions à partir d'un système d'énergie qui ne peut être mis en œuvre qu'en tenant compte des émissions actuelles générées. La ventilation entre génération et consommation peut aider à optimiser le lien entre ces derniers et donc optimiser l'utilisation des ressources en énergie.

##### Effets multimiliex

L'avantage de cette technique est parfois limité pour l'environnement. En effet, il peut y avoir une diminution de consommation dans une installation existante mais relativement limitée ; par ailleurs, il faut mettre dans la balance les efforts pour diminuer la consommation et une éventuelle augmentation des émissions issues du traitement.

##### Applicabilité

Entièrement applicable dans l'ensemble du secteur du traitement des déchets. Toutefois, il peut arriver (par ex. développement historique de l'installation /du site, gestion de l'installation), qu'il soit difficile de rattacher les consommations à chaque traitement/procédé isolé mis en œuvre dans l'ensemble du procédé de traitement des déchets. Ces rapports sont en général réalisés une fois par an ou tous les semestres. La fréquence peut être augmentée si les types de déchets traités sont plus variés.

##### Aspects économiques

Les exigences sont le coût de base et un faible coût.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Réduire les dépenses en énergie.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [116, Irish EPA, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

#### 4.1.3.2 Utilisation de combustibles plus propres

##### Description

Les combustibles plus propres ont un impact direct sur les émissions issues de la combustion de ces combustibles. Les combustibles ayant une teneur plus faible en carbone, soufre ou particules par unité d'énergie généreront moins d'émissions. C'est le cas de l'utilisation de véhicules alimentés au LPG ou à l'électricité. L'utilisation de combustibles plus propres peut créer des conflits lorsque l'énergie est récupérée à partir de déchets (voir l'utilisation de déchets en qualité de combustible abordée dans la Section 4.1.3.3), car ils peuvent également générer, dans certains cas, des émissions plus importantes. Ces questions doivent être analysées au cas par cas.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduction principalement des émissions de carbone, de soufre, d'oxydes d'azote et de particules.

##### Aspects économiques

En règle générale, les combustibles plus propres sont plus coûteux.

### Références bibliographiques

[86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.1.3.3 Utilisation des déchets en qualité de combustible

##### Description

Les déchets peuvent être utilisés en qualité de combustible dans certaines installations de traitement des déchets. La plupart de ces installations sont couvertes par le WID, par le BREF sur l'Incinération des déchets (BREF WI) et ne sont pas abordées ici. Toutefois, l'utilisation des gaz combustibles issus des installations de traitement des déchets (par ex. gaz d'enfouissement et biogaz) et certains types de déchets dangereux (par ex. certaines fractions d'huiles usagées) ne sont pas couverts dans ces documents. Lors de l'utilisation de ce type de combustible, certaines techniques peuvent être prises en compte :

- a. la certification des brûleurs, c'est-à-dire attester qu'ils assurent la combustion au niveau requis
- b. les règles concernant les conditions acceptables pour la combustion peuvent inclure :
  - l'entretien correct et l'exploitation des brûleurs pour assurer une combustion maximale
  - des contrôles de la taille du brûleur et du volume de l'huile brûlée
- c. l'utilisation de dispositifs de lutte contre la pollution attachés aux brûleurs, la surveillance des émissions et l'élimination des cendres (voir Section 4.6).

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Utilise une ressource en général disponible sur site. Comme les normes exigées par la WID (Division du confinement des déchets) sont plus strictes, l'incinération de déchets génère, en règle générale, des émissions plus réduites.

##### Effets multimilieux

Dans certaines installations où le contrôle est réduit, l'incinération des déchets peut augmenter les émissions de certaines substances.

##### Aspects économiques



En règle générale, les combustibles issus des déchets sont meilleur marché que les combustibles classiques. Un contrôle éventuel pour les petits brûleurs d'huile usagée serait, par exemple, de spécifier un maximum d'émission en contaminants pour les brûleurs. Ceci exigerait que ceux qui brûlent leurs huiles usagées testent leurs émissions dans l'air pour s'assurer qu'ils ne dépassent pas les niveaux préconisés. Cela risque de s'avérer moins efficace et plus coûteux que l'installation de contrôles des intrants. Dans le cas de faibles quantités d'huiles usagées utilisées en qualité de combustible, tester leurs émissions dans l'air est plus difficile et plus coûteux que le test d'une entrée d'huile et si les émissions dépassent certains seuils, les dommages risquent d'intervenir avant de pouvoir arrêter le brûleur. Pour des brûleurs de taille plus réduite, le coût des contrôles en sortie peut vraisemblablement annuler l'avantage financier de la combustion des huiles usagées comparée à d'autres combustibles. Les contrôles en sortie pour l'élimination des cendres doivent rechercher comment et éventuellement où les cendres peuvent être éliminées en toute sécurité.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

L'incinération des déchets est couverte par la Directive 2000/76/EC.

#### **Installations type**

Les installations de régénération des huiles usagées utilisent comme combustible, par exemple, les fractions légères issues de la distillation des huiles usagées. L'épuration-lavage des fumées de combustion avec de la soude caustique peut être nécessaire pour réduire les émissions de gaz acide provenant d'une installation de traitement des huiles usagées. Le stripping de l'eau de procédé permet d'éliminer le  $H_2S$ , les fumées étant acheminées dans les appareils de production de chaleur industrielle pour la destruction thermique puis dans l'air via le système de lavage-épuration des effluents gazeux.

Avec les brûleurs plus volumineux de tout combustible, un équipement de contrôle de pollution doit déjà être en place et nombre d'entre eux doivent également surveiller leurs émissions, car on estime que les effets potentiels en cas de dysfonctionnement sont importants.

#### **Références bibliographiques**

[14, Ministry for the Environment, 2000], [42, UK, 1995], [116, Irish EPA, 2003], [150, TWG, 2004]

### **4.1.3.4 Mesures en vue d'améliorer l'efficacité énergétique**

#### **Description**

Certaines techniques applicables pour augmenter l'efficacité énergétique des installations de traitement des déchets sont énumérées ci-dessous :

- a. préparation d'un plan d'efficacité énergétique qui évalue les coûts et les avantages des différentes options en matière d'énergie
- b. intégration des techniques de gestion de l'énergie dans l'ensemble du système de management environnemental, y compris la surveillance des flux d'énergie et le ciblage des secteurs dans lesquels des réductions doivent être réalisées
- c. recours à la cogénération (CHP)
- d. application de mesures d'exploitation, d'entretien et de gestion pour les installations de consommation d'énergie les plus pertinentes, telles que :
  - climatisation, systèmes de réfrigération et de refroidissement du procédé (fuites, joints, contrôle de température, entretien évaporateur/condenseur)
  - fonctionnement des moteurs et des entraînements (par ex. moteurs à haut rendement)
  - systèmes de gaz comprimé (fuites, procédures d'utilisation)
  - systèmes de distribution de vapeur (fuites, pièges, isolation)
  - chauffage des locaux et systèmes d'eau chaude
  - lubrification pour éviter les pertes dues aux frictions importantes (par ex. lubrification par brouillard d'huile)
  - entretien des chaudières, par exemple, optimisation de l'air en excès



- autre entretien concernant les activités de l'installation
  - revue régulière des exigences pour les équipements
  - réduction des déversements et des fuites en utilisant des gouttières. La plupart des déversements seront lavés et évacués dans les intercepteurs principaux du site.
- e. utilisation de techniques qui réduisent la consommation d'énergie et, par conséquent, diminuent les émissions directes (chaleur et émissions à partir de génération sur site) et indirectes (émissions à partir d'une centrale électrique distante). Par exemple, techniques couvrant :
- l'isolation des bâtiments
  - l'utilisation d'un éclairage du site à faible consommation spécifique
  - l'entretien des véhicules
  - une implantation efficace de l'installation pour réduire les distances de pompage
  - une optimisation des phases des moteurs électroniques
  - la valorisation de la chaleur
  - le contrôle de la désactivation de l'équipement, si cela ne présente pas de danger, lorsqu'il n'est pas utilisé
  - la réduction au minimum des déplacements de véhicules sur le site et la coupure des moteurs lorsqu'ils ne sont pas utilisés.
- f. application de techniques de base, économes, physiques pour éviter les inefficacités grossières ; notamment l'isolation, les méthodes de confinement (par exemple, joints et portes à fermeture automatique) et éviter les rejets inutiles d'eau ou d'air chauffés (par exemple, en installant des systèmes de contrôle simples)
- g. application des techniques d'efficacité énergétique aux services du bâtiment
- h. réglage du temps de fonctionnement de l'équipement à forte consommation en énergie aux périodes hors pointe
- i. **définition et calcul de la consommation spécifique en énergie de l'activité (ou des activités), définition des indicateurs de performance clefs sur une base annuelle (par ex. MWh/tonne de déchets traités). Par exemple, en fonction de la consommation d'énergie primaire pour les produits ou intrants en matière première qui coïncident le plus étroitement possible avec l'objectif principal ou la capacité de production de l'installation**
- j. **réduction au minimum des émissions issues des moteurs diesel**
- k. **utilisation du gaz d'enfouissement pour produire de l'électricité et de la chaleur**
- l. réalisation d'une étude d'énergie en vue d'identifier des opportunités d'autres économies d'énergie
- m. utilisation de la chaleur des fours et des moteurs pour le traitement de vaporisation, le séchage et les activités de préchauffage
- n. sélection des déchets appropriés à traiter dans l'installation. En règle générale, les installations qui ne sont pas conçues pour traiter un certain type de déchets consomment plus d'énergie lorsqu'elles traitent ce type de déchets.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Un plan d'efficacité énergétique peut être résumé sous un format similaire à l'exemple ci-dessous, en Tableau 4.8, avec les informations à l'appui données par toute procédure d'évaluation mise en œuvre. Le plan doit s'assurer que l'opérateur a pris en compte toutes les techniques pertinentes.

Efficacité énergétique option	Économies en CO <sub>2</sub> (tonnes)	
	Annuel	Durée de vie
Centrale de cogénération 7 MW	13 500	135 000
Moteur à fort rendement	2	14
Air comprimé	5	n.a.

**Tableau 4.9 : Économies de CO<sub>2</sub> réalisées grâce à l'intégration de techniques ayant une bonne efficacité énergétique**  
[55, UK EA, 2001]

L'utilisation d'un plan d'efficacité énergétique et le passage à des combustibles plus propres peuvent réduire la consommation d'énergie et les émissions dans l'environnement dues à l'emploi de cette énergie. Une augmentation de l'efficacité énergétique des chaudières et des radiateurs réduit les émissions de COV, grâce à une combustion plus complète et à une réduction des pertes de combustibles.

### Données opérationnelles

En règle générale, l'emplacement de l'amélioration à l'intérieur de l'installation de traitement de déchets existante dépend de l'installation existante.

### Applicabilité

Entièrement applicable. Toutefois, dans des installations où plusieurs activités de traitement de déchets sont mises en œuvre, la consommation d'énergie peut être difficile à attribuer à chacune des activités car le système d'énergie utilise, en règle générale, une approche intégrée.

Ces techniques sont appliquées de manière plus approfondie aux gros consommateurs d'énergie. Pour les industries à forte consommation d'énergie, l'application de techniques d'efficacité énergétique au service des bâtiments ne peut avoir qu'un impact mineur et ne doit pas distraire les efforts des principales questions d'énergie. Toutefois, elles peuvent trouver une place dans le programme d'amélioration, notamment lorsqu'elles comptent pour plus de 5 % de la consommation totale en énergie.

### Aspects économiques

En général, les systèmes à faible consommation spécifique ont des coûts d'investissement plus élevés. Toutefois, leurs frais de fonctionnement sont en général inférieurs (ou les recettes supérieures). Les installations existantes auront souvent des frais supérieurs à ceux des nouvelles installations. Le Tableau 4.10 montre certains exemples.

Option énergétique	efficacité NPV Milliers d' €	NPV/CO <sub>2</sub> économisés €/tonne
Centrale de cogénération 7MW	2 058	15
Moteur à rendement élevé	0,7 5	52,5
Air comprimé	n.a.	n.a.
A titre indicatif seulement, fondé sur l'analyse coûts-avantages.		

**Tableau 4.10 : Économie dégagée par l'intégration de différentes techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique**

[55, UK EA, 2001]

L'amélioration de l'efficacité énergétique doit être évaluée en tenant compte des frais engagés pour y arriver. Le traitement des déchets consomme une certaine sorte d'énergie (électricité, vapeur, etc.) et la possibilité de diminuer la consommation dans une installation existante peut parfois être assez limitée. Les efforts nécessaires peuvent alors ne pas être justifiés sur le plan économique ou de l'environnement.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [66, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

#### 4.1.3.5 Choix de la matière première

### Description

Cette section traite du choix et de la substitution des matières premières utilisées. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. identifier les matières premières et auxiliaires, les autres substances et l'eau dont on envisage l'utilisation. Ceci implique de dresser une liste de tous les matériaux utilisés (y compris des informations génériques sur les matériaux ; il est à noter que le groupement des matières d'un type similaire convient en général au lieu d'énumérer toutes les alternatives commerciales utilisées) qui sont susceptibles d'avoir un impact important pour l'environnement, notamment :
  - la composition chimique des matières, le cas échéant
  - les quantités utilisées
  - le destin du produit (à savoir les pourcentages approximatifs qui vont dans chaque milieu et dans le produit)
  - l'impact sur l'environnement lorsqu'il est connu (par exemple dégradabilité, potentiel de bioaccumulation, toxicité pour certaines espèces)
  - toutes les matières premières alternatives raisonnablement praticables qui peuvent avoir un impact moindre pour l'environnement (c'est-à-dire l'application du principe de substitution).
- b. justifier (par exemple, en fonction des émissions, de la qualité des produits et des raisons économiques) la poursuite de l'utilisation de toute substance pour laquelle il y a une alternative moins dangereuse
- c. maintenir un inventaire détaillé des matières premières utilisées sur le site
- d. mettre en œuvre des procédures de revue régulière des nouveaux développements en matières premières et l'utilisation régulière de toute matière adaptée qui est moins dangereuse
- e. avoir en place des procédures d'assurance qualité pour le contrôle de la teneur en matières premières
- f. réemployer la chaux usée venant des systèmes de réduction des gaz acides des incinérateurs par injection de chaux
- g. réemployer les acides résiduels puissants dans les traitements où l'acide est nécessaire.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Ces mesures peuvent :

- réduire l'utilisation de produits chimiques et autres matières.
- remplacer des matières moins nocives par des matières qui peuvent facilement être réduites et qui, une fois réduites, peuvent donner des substances qui, en elles-mêmes, sont plus faciles à traiter
- aider à mieux comprendre le destin des sous-produits et des contaminants et leur impact sur l'environnement
- être considérées comme une option préférée pour certains déchets acides, mais dépend du volume et de la contamination des déchets.

### Effets multimilieus

Possibles, par exemple dans le réemploi de la chaux usée, il convient de faire attention au niveau des métaux et de la contamination organique éventuellement présents.

### Données opérationnelles

En raison de la nature des procédés de traitement des déchets, la consommation de matières premières est influencée par la variation des déchets entrants. Par ailleurs, dans certains cas, la substitution de matière par des déchets n'est pas possible. Ainsi, la chaux brute présente une alcalinité nettement supérieure à la chaux usagée, il est donc nécessaire d'avoir des volumes plus importants de chaux usagée. Ceci donne donc des limites à la taille de la cuve du réacteur. Il faut donc appliquer une extrapolation similaire pour les réservoirs de mélange destinés à produire la solution de chaux.

### Applicabilité

La portée pour minimiser l'impact potentiel sur l'environnement de l'emploi de matières premières est parfois limitée en termes de quantité utilisée (minimisation des déchets) ou de leur nature (par exemple, présence de contaminants, utilisation d'alternatives moins nocives).

#### Agent moteur pour la mise en œuvre

Raisons économiques et environnementales. Il existe un marché pour les acides mélangés ou reconcentrés (>70 % m/m). On peut utiliser des acides à 50 % m/m, même si cela implique un plus grand apport en énergie. La progression de ce marché devrait être de l'ordre de 20 à 30 % de la plage des acides.

L'Annexe IV de la Directive IPPC indique que lors de la détermination des MTD, en règle générale et dans certains cas spécifiques, il faut envisager l'utilisation de technologies à faible production de déchets et de substances moins dangereuses, le recyclage, si possible, des substances générées et des déchets.

#### Installations type

On trouvera ci-dessous les substitutions de matières premières dont l'application est envisagée au Royaume-Uni :

Matière première	Substitut possible
Hydroxyde de sodium	N'utiliser que du NaOH « sans mercure » <sup>1</sup>
Désémulsifiants	N'utiliser que des produits entièrement biodégradables avec des produits de dégradation connus
<sup>1</sup> Les producteurs industriels de NaOH estiment que la teneur en mercure du NaOH sans mercure doit être inférieure à 50 µg/kg	

**Tableau 4.11 : Exemples de substitution de matière première**  
[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003]

La conception des usines physico-chimiques permet de séparer une quantité maximale de produits recyclables avec une utilisation minimale de matières auxiliaires. La consommation de matières auxiliaires est ramenée au minimum s'il est possible d'utiliser les déchets à éliminer (c'est-à-dire traiter les déchets avec des déchets) au lieu de recourir à des matières fabriquées.

#### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

#### 4.1.3.6 Techniques visant à réduire la consommation d'eau et à éviter la contamination de cette dernière

##### Description

L'utilisation de l'eau doit être réduite dans le cadre des critères des MTD en vue de prévenir ou de réduire les émissions et doit en accord à l'utilisation prudente de l'eau en tant que ressource naturelle. Le BREF « Systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels » analyse certaines informations générales sur ces questions. On trouvera ci-dessous des exemples de techniques à prendre en compte pour le secteur du traitement des déchets :

- la mise en œuvre d'audits réguliers de l'eau, en vue de réduire la consommation d'eau et de prévenir la contamination de cette dernière. Un bon audit de l'eau fait appel aux éléments suivants :

- la production d'organigrammes et de bilans massiques de l'eau pour toutes les activités utilisant cette dernière
  - l'établissement d'objectifs d'efficience de l'eau en comparaison avec les directives du secteur ou, lorsque cela n'est pas possible, avec les jalons nationaux
  - l'utilisation de techniques d'analyse pinch de l'eau ou d'autres techniques d'optimisation de l'eau
  - l'utilisation des informations ci-dessus pour identifier et évaluer les opportunités d'une réduction de l'utilisation de l'eau afin de pouvoir préparer un plan d'action pour la mise en œuvre des améliorations, en fonction d'un calendrier donné.
- b. l'utilisation de techniques efficaces en eau, à la source
- c. le recyclage de l'eau dans le procédé. Les options possibles sont alors :
- recycler l'eau à l'intérieur du procédé dont elle provient, si besoin en la traitant au préalable. En cas d'impossibilité, elle peut être recyclée dans une autre partie du procédé qui exige une eau de moindre qualité.
  - identifier la portée pour remplacer l'eau issue de sources recyclées en identifiant les exigences de qualité d'eau associées à chaque emploi. Les flux d'eau moins contaminée, par exemple les eaux de refroidissement, doivent être maintenus séparés s'il y a possibilité de les réutiliser, même après une certaine forme de traitement.
- d. le rejet séparé des eaux de surface et des eaux de toit non contaminées qui ne peuvent être utilisées
- e. en fin de compte, la mise en œuvre d'une certaine forme de traitement des eaux résiduaires. Toutefois, dans de nombreuses applications, le meilleur traitement classique des effluents produit une eau de bonne qualité qui peut être utilisable directement dans le procédé ou lorsqu'elle est mélangée avec de l'eau fraîche. Si la qualité des effluents traités peut varier, ils peuvent être recyclés de manière sélective lorsque la qualité est adéquate et revenir au rejet lorsque la qualité tombe en dessous de ce que le système peut tolérer. L'opérateur de traitement des déchets peut identifier à quel endroit les eaux traitées venant de la station d'épuration des effluents peuvent être utilisées et justifier là où elles ne le peuvent pas. Le coût de la technologie membranaire continue à diminuer au point qu'elle peut désormais être appliquée à des flux de procédés individuels ou aux effluents finaux venant d'une station de traitement des effluents
- f. le remplacement de la station de traitement des effluents, entraînant une nette réduction du volume des effluents. Toutefois, un flux d'effluents concentrés persistera mais, lorsqu'il est suffisamment réduit et plus particulièrement lorsque de la chaleur résiduelle est disponible pour un traitement ultérieur par évaporation, on peut obtenir un système à effluent zéro
- g. la réduction au minimum de l'eau utilisée dans le nettoyage et le lavage (sous réserve de l'impact sur les émissions de poussière) en :
- aspirant, grattant ou épongeant, de préférence au nettoyage au jet
  - évaluant la portée de la réutilisation de l'eau de lavage
  - utilisant des contrôles de déclencheur sur tous les jets, les lances et l'équipement de lavage
- h. le rejet des eaux de pluie dans des séparateurs
- i. la mise sous abris de certaines parties du site pour éviter la contamination des eaux de pluie (par ex. pour la station traitement des déchets principale)
- j. la protection des systèmes pour éviter que des déversements liquides et solides ne soient rejetés directement dans les cours d'eau ou dans l'égout
- k. l'identification et, si possible, la quantification des émissions fugitives importantes d'eau provenant de toutes les sources pertinentes, y compris en estimant la proportion totale d'émissions fugitives pour chaque substance
- l. l'application des techniques suivantes aux structures souterraines :
- établir et enregistrer l'acheminement de tous les égouts de l'installation et des canalisations souterraines
  - identifier toutes les fosses et les cuves de stockage souterraines
  - appliquer des systèmes d'ingénierie pour s'assurer que les fuites (par ex. à partir des conduites) sont minimisées et que lorsqu'elles interviennent, elles sont facilement détectées, particulièrement lorsqu'elles impliquent des substances dangereuses

- m. fournir, en particulier, un confinement secondaire et/ou une détection des fuites pour ces canalisations, fosses et cuves de stockage souterraines établir un programme d'inspection et d'entretien pour toutes les structures souterraines, par exemple, des tests de pression, des tests de fuite, des contrôles d'épaisseur des matériaux l'application des techniques suivantes aux structures en surface :
  - décrire en détail la conception (les informations pertinentes peuvent inclure, selon le cas : les capacités, les épaisseurs, les distances, les matériaux, la perméabilité, la puissance/le renfort, la résistance aux attaques chimiques, les procédures d'inspection et d'entretien, les procédures d'assurance qualité des constructions) et les conditions des surfaces de tous les secteurs opérationnels
  - avoir en place un programme d'inspection et de maintenance des surfaces imperméables et des bordures de rétention
  - justifier pourquoi les secteurs opérationnels n'ont pas été équipés de :
    - surface imperméable
    - bordures de rétention de déversement
    - joints de construction étanches
    - raccord à un système d'évacuation scellé
- n. l'application des techniques aux merlons mentionnés en Section 4.1.4.4.

### Avantages obtenus pour l'environnement

La réduction de la consommation en eau peut être un objectif environnemental (ou économique) valide en soi. Par ailleurs, du point de vue de la réduction des émissions polluantes, toute eau qui traverse un procédé industriel est dégradée par l'ajout d'éléments polluants et, par conséquent, la réduction de l'eau utilisée présente des avantages distincts, notamment :

- les avantages associés au procédé tels qu'une réduction des besoins en énergie pour le chauffage et le pompage de l'eau
- la réduction de la consommation d'eau diminue la dissolution de polluants dans l'eau entraînant, à son tour, une réduction de la génération de boues dans l'installation de traitement des effluents
- la mise en œuvre d'un calcul de bilan massique de l'eau peut, en général, révéler en quels points il y a une marge pour introduire des réductions de consommation.

### Applicabilité

En règle générale, ceci fait partie d'un Système de management environnemental intégré (Section 4.1.2.8) dans l'installation. Certaines de ces techniques ne sont appliquées qu'à des installations de traitement des déchets complexes en vue d'identifier les opportunités pour optimiser le réemploi et pour minimiser l'utilisation de l'eau.

Certaines restrictions d'applicabilité peuvent concerner les techniques mentionnées ci-dessus lorsque les rejets d'eau sont continus ou se font avec discontinuité et dans le cas où la station d'épuration des eaux résiduaires est installée sur site ou hors site.

### Aspects économiques

Cette technique peut être favorisée par certains encouragements économiques :

- réduire la taille nécessaire d'une (nouvelle) station d'épuration des eaux résiduaires
- réduire les coûts lorsque l'eau est réutilisée en interne, achetée à un tiers ou éliminée chez un tiers.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Encouragements économiques pour réduire la génération d'eau résiduaire et la consommation d'eau. Dans certains pays de l'Union européenne, des systèmes d'encouragement sont en place en vue de favoriser une réduction de la consommation d'eau.



### Installations type

Fréquente utilisation d'organigrammes et de bilans massiques de l'eau. Certains sites disposent de séparateurs souterrains, de réservoirs de stockage, de réservoirs de mélange et de canalisations et il peut être difficile de voir comment déterminer l'intégrité de l'ensemble de ces éléments. Des émissions vers le terrain sous-jacent émanant de toutes ces installations seraient en général traitées comme des rejets à notifier. Certaines installations ont indiqué qu'il est possible de réduire jusqu'à 90 % de la consommation d'eau.

### Références bibliographiques

[54, Vrancken et al., 2001], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.1.4 Stockage et manutention

Cette section couvre les techniques à prendre en compte dans la détermination des MTD pour les activités de stockage et de manutention dans une installation de traitement des déchets. Toutefois, il convient de souligner qu'un BREF horizontal intitulé « émissions dues au stockage » est disponible et donne des informations détaillées à ce sujet.

##### 4.1.4.1 Techniques génériques appliquées au stockage des déchets

#### Description

Certaines techniques comportent les opérations générales suivantes :

- a. spécifier les procédures de stockage lorsque les véhicules transportant des déchets doivent être parqués la nuit ou les jours fériés alors que le site risque de rester sans surveillance
- b. implanter les aires de stockage à l'écart des cours d'eau et des périmètres sensibles de manière à éliminer ou réduire la double manutention des déchets à l'intérieur de l'installation
- c. marquer et signaler clairement dans les aires de stockage la quantité et les caractéristiques dangereuses des déchets qui y sont stockés
- d. énoncer par écrit, de manière claire et sans ambiguïté, les besoins totaux en capacité de stockage du site ainsi que la méthode utilisée pour calculer les volumes qui y sont conservés en fonction de ce maximum. La capacité maximale indiquée des aires de stockage ne doit pas être dépassée.
- e. vérifier que l'infrastructure de drainage de l'aire de stockage peut contenir tous les écoulements contaminés et que les drainages de déchets incompatibles ne peuvent pas entrer en contact les uns avec les autres
- f. maintenir à tout moment un accès dégagé pour les véhicules (par exemple, chariot élévateur) et les piétons sur l'ensemble de l'aire de stockage de sorte que le transport des conteneurs ne dépende pas de l'enlèvement d'autres qui peuvent bloquer l'accès, sauf dans le cas de fûts qui sont sur une même rangée.
- g. utiliser une zone dédiée/entrepôt pour trier et reconditionner les « laboratory smalls ». Une fois que les déchets ont été triés en fonction de leur classification de danger, en tenant dûment compte de tout problème d'incompatibilité potentielle et qu'ils ont été reconditionnés, ces fûts n'ont plus à être stockés à l'intérieur du secteur réservé aux « laboratory smalls », ils peuvent et doivent être évacués vers l'aire de stockage appropriée.
- h. envisager de manière attentive la conception optimale des réservoirs et des cuves en tenant compte, dans chacun des cas, du type de déchets, de la durée de stockage, de la conception du réservoir global et du système de mélange afin d'éviter l'accumulation de boues et de faciliter le lavage. Les cuves de stockage et de traitement doivent être lavées régulièrement.
- i. s'assurer que toutes les connexions entre les cuves peuvent être fermées par le biais de vannes adaptées. Les tuyaux de trop plein doivent être dirigés vers un système de drainage confiné qui peut être la zone délimitée par des murs de protection adéquats ou vers une autre cuve, sous réserve que des mesures de contrôle adéquates soient en place.



- j. équiper les cuves et les réservoirs de systèmes de réduction adaptés ainsi que d'alarmes de niveau haut visuelles et sonores. Ces systèmes doivent être suffisamment robustes et entretenus régulièrement pour éviter l'accumulation de mousses et de boues affectant la fiabilité des jauges.
- k. s'assurer que les cuves de stockage contenant des déchets inflammables ou fortement inflammables satisfont les exigences spéciales
- l. de préférence acheminer les canalisations hors sol, toutefois si les canalisations sont enterrées, elles doivent être contenues par des canaux d'inspection adaptés
- m. remplacer les cuves enterrées ou partiellement enterrées sans confinement secondaire, par exemple, à double paroi avec détection de fuite, par des structures hors sol
- n. équiper les silos de systèmes de réduction, de dispositifs de surveillance de niveau et d'alarmes de niveau haut
- o. veiller à incorporer des systèmes d'extraction pour les trémies de stockage afin de réduire les particules ou humidifier par pulvérisation.
- p. localiser les cuves de stockage en vrac sur une surface étanche qui est résistante au produit qui y est stocké. Les cuves doivent avoir des joints de construction scellés à l'intérieur d'une zone délimitée par des murs de protection avec une certaine capacité. On trouvera ci-après certains exemple de volumes de capacité appliqués : au moins 110 % (autres 100 %) du récipient le plus important ou 25 % (autres 50 %) du volume total du réservoir à l'intérieur du merlon.
- q. **vérifier que les structures de support des cuves, les conduites, les flexibles et les raccords sont résistants aux substances qui sont stockées (et aux mélanges des substances)**
- r. ne pas utiliser de cuve au-delà de la durée de vie théorique spécifiée, sauf si les cuves sont inspectées à des intervalles réguliers et si des archives écrites sont conservées pour prouver qu'elles restent adaptées à l'objectif et que leur intensité reste intacte
- s. connecter, lorsque le traitement de l'huile est un procédé de prétraitement à l'intérieur d'une unité de traitement chimique, l'espace vide au-dessus des cuves de sédimentation d'huile à l'échappement global du site et aux épurateurs-laveurs. Sur certains sites des systèmes de ventilation d'échappement locaux permettent d'équilibrer le déplacement d'air lors du chargement/déchargement des camions-citernes.
- t. stocker les déchets liquides organiques (par ex. avec un point d'éclair inférieur à 21 °C) dans une atmosphère azotée pour qu'ils restent inertes. Chaque réservoir de stockage est mis dans une zone de rétention étanche et est équipé d'un indicateur de niveau. Les effluents gazeux provenant des événements sont collectés et traités.
- u. couvrir les installations de stockage de solides à l'air libre qui peuvent générer des particules avec des toiles en polymère
- v. prévoir un nombre approprié de réservoirs pour les différents types de flux entrants et sortants
- w. équiper certains ou l'ensemble des réservoirs de sorties à différentes hauteurs du réservoir pour pouvoir évacuer certaines couches
- x. traiter séparément les flux de déchets contenant des COV et en utilisant des installations réservées à ces flux de déchets
- y. prévoir des mesures pour éviter l'accumulation de boues au-dessus d'un certain niveau et l'apparition de mousses qui peuvent affecter ces mesures dans les réservoirs de liquides, par ex. en contrôlant régulièrement les réservoirs, en aspirant les boues d'épuration pour les soumettre à un traitement approprié ultérieur et en utilisant des agents antimousse
- z. équiper de limnimètres et d'alarmes les réservoirs et les cuves de systèmes de réduction lorsqu'il y a un risque d'émissions volatiles. Ces systèmes doivent être suffisamment robustes (par ex. capables de fonctionner en présence de boues d'épuration et de mousses) et régulièrement entretenus.

On trouvera ci-après certaines techniques génériques de réduction des odeurs liées au stockage :

- aa. optimiser le délai de contrôle et la température dans les procédés de sédimentation
- bb. contrôler le décantage des couches de sédimentation par une évaluation visuelle des échantillons provenant des différents niveaux

- cc. manipuler les produits odorants dans des cuves de réduction adéquates entièrement fermées
- dd. stocker les fûts et les conteneurs de matières odorantes dans des bâtiments fermés
- ee. stocker les déchets acides et alcalins qui peuvent être utilisés dans le traitement des odeurs dans une série de silos, puis les utiliser pour créer un bilan optimal d'acides et de bases dans des super-citernes (ou unités plus petites).

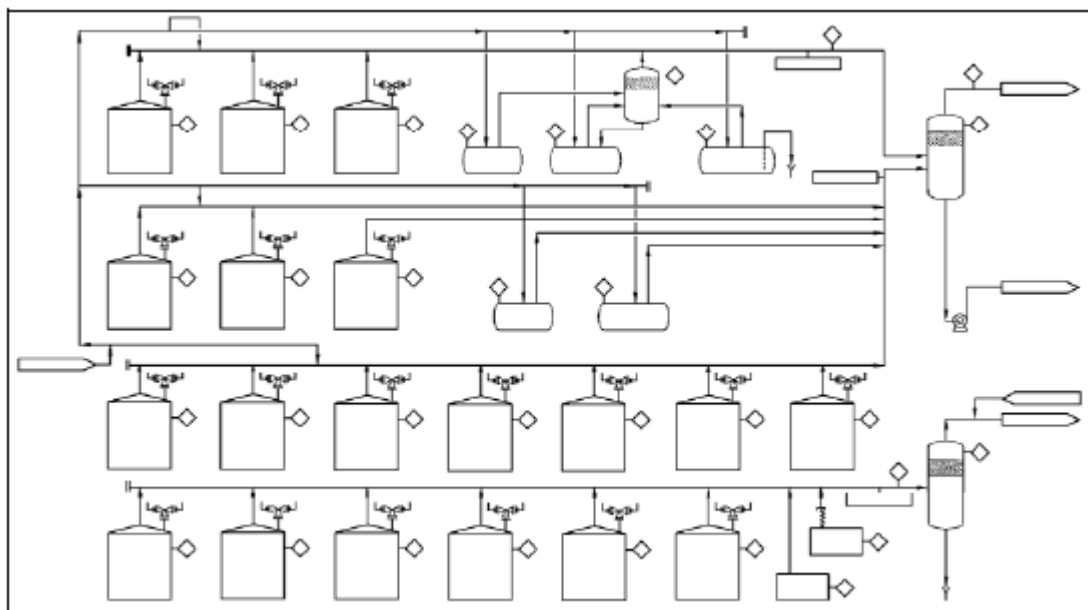
### Avantages obtenus pour l'environnement

Le stockage approprié et sûr des déchets aide à réduire les émissions fugitives (par ex. COV, odeurs, poussières) et les risques de fuites. Un stockage séparé est nécessaire pour éviter des incidents à la suite de la réaction entre des substances incompatibles et en tant que moyen pour éviter l'escalade en cas d'incident.

Une certaine justification de la technique « p » (voir description ci-dessus) pour un volume de 110 % est celle qui tient compte de l'accumulation des chutes de pluie avec le merlon.

### Installations type

Les sites qui stockent des déchets organiques avec une certaine teneur en solvant tendent à avoir un système de filtre au charbon pour contrôler les rejets dans l'air et surveiller le gaz en sortie. Certains COV peuvent être renvoyés en solution par le biais de laveurs aqueux ou de laveurs d'huile minérale alors que d'autres COV peuvent être piégés dans des filtres à charbon actif. Les réservoirs à toit sont fréquents pour le stockage de matières contenant des produits ayant une forte pression vapeur. Un équipement spécial est nécessaire lors du stockage de produits fortement inflammables. Des précautions spéciales sont en général adoptées afin d'éviter des fuites et des déversements sur le sol qui pourraient polluer le sol et les eaux souterraines ou permettre au produit de pénétrer les eaux de surface. Certains sites ont des systèmes d'équilibrage (avec du gaz d'azote) pour réduire le déplacement d'air lorsqu'ils remplissent les réservoirs. On procède à la pressurisation des réservoirs et à l'équilibrage de tous les réservoirs de stockage utilisés dans un procédé de régénération. La quantité de déplacement à mettre à l'atmosphère durant le transfert du contenu est minimisée dans certains cas par le raccordement de conduites de mise à l'atmosphère. Voir un exemple dans la Figure 4.1 ci-dessous.



**Figure 4.1 : Système de pressurisation de réservoirs dans un dispositif de stockage utilisé dans une installation de régénération des huiles usagées [36, Viscolube, 2002]**

Une installation de l'Union européenne a pressurisé tous les réservoirs de stockage des matières en entrée et de matières intermédiaires du procédé. Les seuls réservoirs qui ne sont pas

pressurisés sont destinés au gasoil (différents types) et à l'eau. Une autre installation de l'Union européenne a pressurisé tous les réservoirs de stockage des matières en sortie et de matières intermédiaires du procédé. Les pièges de COV et d'odeurs des réservoirs de stockage sont communs dans de nombreuses raffineries pour huiles usagées. Ce type d'installation est également commun pour la préparation de combustible issu des déchets organiques liquides.

#### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [36, Viscolube, 2002], [50, Scori, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [128, Ribi, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

#### 4.1.4.2 Techniques pour le stockage de fûts et autres déchets mis en conteneurs

##### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. stockage des déchets conteneurisés sous couvercle. Ceci peut également être appliqué à tout conteneur qui est stocké en attendant l'échantillonnage et le vidage des conteneurs. Une ventilation adéquate doit être prévue dans les zones couvertes. L'air est traité avant d'être libéré en fonction du type de contamination le cas échéant (voir Section 4.6).
- b. stockage des conteneurs avec des couvercles bien fermés, des bouchons et/ou des vannes fixées et en place
- c. maintien de la disponibilité et de l'accès aux aires d'entreposage abritées et protégées de la chaleur et de la lumière directe du soleil pour les conteneurs contenant des substances dont on sait qu'elles sont sensibles à la chaleur et à la lumière
- d. strict respect des réglementations liées aux aires d'entreposage pour des conteneurs contenant des déchets inflammables ou fortement inflammables, car ces aires sont fortement réglementées
- e. traitement des conteneurs en s'en tenant strictement aux instructions préconisées. Ces instructions doivent inclure le lot qui doit être traité et le type de conteneurs nécessaires pour contenir tous les résidus
- f. application d'une ventilation positive ou maintien de l'aire de stockage en dessous de la pression atmosphérique
- g. utilisation de zones couvertes à paroi ouvrante
- h. utilisation d'un éclairage anti-déflagrant
- i. empiler deux fûts au maximum l'un au-dessus de l'autre en vérifiant toujours qu'un espace d'accès permettant une inspection est réservé de tous les côtés. C'est-à-dire quatre fûts de 205 litres sur une palette, un maximum de deux fûts de 205 litres empilés par rangée
- j. stockage des conteneurs de sorte que les fuites et les déversements ne puissent s'échapper au-dessus des murs de protection ou du bord de l'aire de drainage scellée
- k. avoir une petite unité de groupage conçue pour permettre de décanter les « laboratory smalls » dans un lait de chaux dans des fûts de 205 litres avant l'élimination dans l'unité de traitement. On raccordera une hotte placée au-dessus du fût à un système d'échappement et à un filtre à charbon actif. Le système n'est pas étanche à l'air car l'opérateur doit pouvoir vider les bouteilles dans le conteneur, mais il peut prévoir un système simple permettant d'estimer les rejets à l'air durant le décanter des solvants à un coût minimum.
- l. production et respect des procédures écrites pour le tri et le conditionnement des « laboratory smalls »
- m. éviter de stocker des substances incompatibles dans le même fût/conteneur (par ex. « laboratory smalls »)
- n. utilisation d'entrepôts/aires de stockage dédiés pour trier et reconditionner les « laboratory smalls »
- o. après le tri des déchets en fonction de la classification de danger, en tenant dûment compte des problèmes d'incompatibilité potentielle et de reconditionnement, vérification que ces fûts ne sont pas stockés à l'intérieur de la zone réservée aux « laboratory smalls » mais sont retirés dans l'aire de stockage appropriée

- p. lorsque les « laboratory smalls » sont décantés dans des conteneurs plus importants, le faire dans un bâtiment fermé avec un système de ventilation et de traitement d'air d'échappement et un système de mur de protection sans évacuation
- q. stockage des fûts et des conteneurs, y compris des déchets dangereux dans des bassins qui sont imperméables et ont une double construction
- r. stockage des conteneurs entièrement fermés, tels que des conteneurs intermédiaires pour produits en vrac et des conteneurs plus volumineux, qui peuvent être stockés à l'extérieur des halls, sur un sol dont la surface est protégée.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Le stockage sous abri des déchets mis en fûts présente l'avantage de réduire la quantité potentiellement contaminée qui peut être produite en cas de déversement et de prolonger la durée de vie utile du conteneur. Certaines des techniques présentées évitent également des émissions qui pourraient se produire si des substances incompatibles susceptibles de réagir les unes avec les autres. Éviter la contamination des sols est un autre avantage.

### Effets multimiliieux

Remarque concernant la technique « a » (voir description ci-dessus) : une ventilation à l'aide de mise à l'atmosphère des parois ou des toits ou par la construction réelle, par exemple, hangar agricole ouvert, est considéré comme une dilution des émissions dans l'air.

### Données opérationnelles

La manutention est en général plus compliquée dans les zones couvertes que dans les zones non couvertes. Il peut physiquement être impossible de stocker certains conteneurs de grandes dimensions sous abri. Les installations doivent également prendre en compte les exigences d'accès pour la lutte incendie.

### Applicabilité

Remarque concernant la technique « a » : il n'est pas nécessaire de stocker sous abri tous les déchets mis en conteneur. En général, cette technique ne concerne pas les déchets et les conteneurs qui ne sont pas sensibles à la lumière, à la chaleur légère, aux températures ambiantes extrêmes ou à la pénétration d'eau. Dans ces circonstances, pour assurer une protection efficace de l'environnement, il suffira d'entourer les aires d'entreposage d'un mur de protection et de confiner/traiter les eaux de ruissellement.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

## 4.1.4.3 Techniques en vue d'améliorer l'entretien du stockage

### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. mise en place de procédures pour l'inspection et l'entretien réguliers des aires d'entreposage, y compris des fûts, cuves, chaussées et merlons. Les inspections doivent accorder une attention particulière à tous signes d'endommagement, de détérioration et de fuite. Les actions menées doivent être consignées dans des archives. Remédier aux défauts dans les meilleurs délais. Si la capacité de confinement ou la capacité du merlon, de la fosse ou de la chaussée est compromise, les déchets doivent alors être retirés en attendant que les réparations soient effectuées.
- b. mise en œuvre d'inspections quotidiennes de l'état des conteneurs et des palettes et tenue d'archives écrites relatives à ces inspections. Si l'on constate qu'un conteneur est endommagé, qu'il fuit ou qu'il est détérioré, prendre les mesures pour mettre le fût dans un surfût ou pour transposer le contenu dans un autre conteneur. Les palettes endommagées au point de compromettre la stabilité des conteneurs doivent être remplacées. L'utilisation de « pellicules rétractables en plastique » doit se limiter à assurer une stabilité secondaire pour le stockage de fûts/conteneurs en plus de l'utilisation d'une palette dans un état approprié.

- c. mise en place et respect d'une inspection programmée de routine des réservoirs et des cuves de mélange et de réaction, avec test périodique de l'épaisseur. Si des endommagements ou détériorations sont détectés, le contenu doit être transféré dans un autre dispositif de stockage approprié. Ces inspections doivent être mises en œuvre de préférence par un personnel expert indépendant ; des archives écrites devront consigner les inspections ainsi que toutes les actions correctives entreprises.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit les problèmes de stockage et évite les émissions fugitives.

#### **Installations type**

Il existe de nombreux exemples dans le secteur.

#### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [150, TWG, 2004]

### **4.1.4.4 Merlons de stockage des liquides**

#### **Description**

Tous les réservoirs contenant des liquides dont les déversements peuvent être préjudiciables à l'environnement doivent être protégés par des merlons. Ces murs de protection :

- a. doivent être imperméables et résistants aux matériaux stockés
- b. ne doivent pas avoir de sortie (c'est-à-dire pas de robinets ni d'évacuation), mais ils doivent drainer vers un point de collecte pour traitement
- c. les tuyauteries doivent être acheminées dans des aires protégées par des merlons sans pénétration dans les surfaces confinées
- d. doivent être conçus pour piéger les fuites émanant de réservoirs ou de raccords
- e. avoir une capacité suffisante. Voir point « p » en Section 4.1.4.1.
- f. doivent être soumis à des inspections visuelles régulières ; par ailleurs, la contamination de tout contenu pompé ou éliminé manuellement d'une autre manière doit être contrôlée. Lorsqu'ils ne sont pas inspectés fréquemment, les merlons doivent être dotés d'une sonde de niveau haut et d'une alarme appropriée. Prévoir une inspection de routine programmée des merlons (il s'agit normalement d'une inspection visuelle, mais elle peut aller jusqu'au test de l'eau lorsqu'il y a des doutes sur l'intégrité structurelle).
- g. avoir des points de remplissage à l'intérieur du merlon.

Il est à noter que les aires de travail pour le décantage des liquides et les aires d'entreposage doivent avoir des merlons séparés.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit la contamination du sol et de l'eau due à des déversement ou des incidents importants impliquant une perte du confinement.

#### **Applicabilité**

Stockage des liquides.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Ces questions sont en règle générale réglementées dans les différents pays de l'Union européenne.

#### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

### **4.1.4.5 Restriction pour l'utilisation de réservoirs, cuves ou fosses à ciel ouvert**

### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. ne pas autoriser la mise à l'atmosphère directe ou les déchargements dans l'air en reliant tous les événements à des systèmes de réduction de la pollution adéquats
- b. maintenir les déchets ou les matières premières à l'abri dans un conditionnement étanche.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit les émissions fugitives (par ex. COV, particules) et les déversements.

### Données opérationnelles

Pendant des mises à l'atmosphère accidentelles, l'évacuation dans l'air peut être autorisée pour éviter des endommagements plus graves.

### Applicabilité

Appliqué en général au stockage de déchets qui peuvent provoquer des émissions fugitives (par ex. COV, particules).

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.1.4.6 Techniques génériques appliquées à la manipulation des déchets

### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. prévoir des systèmes et des procédures pour s'assurer que les déchets sont transportés de manière sûre dans le stockage approprié
- b. poursuivre le système de suivi des déchets qui a été engagé à la phase de pré-acceptation, lié à l'acceptation, durant toute la durée de séjour des déchets sur le site (voir Section 4.1.2.3)
- c. avoir en place un système de gestion pour le chargement et le déchargement des déchets dans l'installation, qui tient également compte de tous les risques que ces activités peuvent encourir (par exemple, lors du transfert des déchets liquides en vrac du camion-citerne aux cuves de stockage). Ceci peut impliquer :
  - mettre en place de systèmes qui empêchent le « démarrage du camion-citerne », c'est-à-dire un véhicule qui s'en va alors qu'il est encore accouplé
  - vérifier que ces processus ne sont mis en œuvre que par du personnel formé et disposant d'un temps suffisant pour ne pas les pousser à travailler plus rapidement que cela n'est acceptable
  - mettre en place des mesures pour s'assurer que les accouplements ont un raccord correct; ce qui empêchera le desserrage de l'accouplement ou le détachement de ce dernier. Certains problèmes liés à l'accouplement sont :
    - fournir et maintenir des flexibles qui aident à garantir l'intégrité et l'adéquation des accouplements
    - assurer que toutes les précautions sont prises pour que l'accouplement résiste à la pression de fermeture de vanne maximale de la pompe de transfert, à défaut de quoi il y a des risques d'accidents graves
    - protéger le flexible de transfert peut ne pas être nécessaire lorsqu'un système d'alimentation par gravité est mis en place. Il sera toutefois important de maintenir un accouplement sain à chaque extrémité du flexible de transfert
    - contrôler les fuites potentielles dues aux dispositifs d'accouplement par des systèmes assez simples tels que des bacs d'égouttage ou par des aires désignées à l'intérieur du système protégé par des merlons. Les chutes d'eau de pluie sur le reste du secteur protégé par des merlons tombent dans une fosse et, si elles ne sont pas contaminées, elles peuvent être pompées vers les points de déversement et le séparateur de site. Les aires protégées par des merlons sont inspectées, entretenues et nettoyées. Il peut y avoir une pollution des évacuations d'eau mais elle est minimisée par la conception et la gestion



- de bonnes pratiques de gestion exigeant une attention et un nettoyage constants
- assurer une maintenance de routine afin d'éviter que la situation ne dégénère à la suite d'une défaillance des installations ou de l'équipement. Ceci peut inclure la défaillance d'un joint de pompe ou le blocage d'un pot de filtre fréquemment utilisés aux points de transfert.
- avoir un stockage d'urgence pour les véhicules qui fuient afin de minimiser un incident aigu associé à la défaillance du joint du camion citerne
- compenser le système de vapeur lors du chargement des camions-citernes
- mettre en place des mesures pour s'assurer que les déchets sont déchargés vers le bon point de transfert et qu'ils sont ensuite transportés vers le bon point de stockage. Afin de prévenir un déchargement non-autorisé, une vanne de sectionnement verrouillable doit être installée sur le raccord de chargement. Cette dernière doit être maintenue verrouillée en l'absence de surveillance des points de déchargement.
- d. enregistrer sur le journal du site tous les petits déversements intervenus durant le décantage. Les déversements doivent être confinés à l'intérieur des zones protégées par des merlons puis collectés en utilisant des adsorbants. Dans le cas contraire, le déversement quittera le site par le biais des systèmes de collecte des eaux de pluie ou peut générer des émissions fugitives (par ex. COV).
- e. avoir un chimiste, une personne qualifiée sur le site du producteur/détenteur de déchets pour vérifier les « laboratory smalls », pour classer les substances en conséquence et conditionner les conteneurs dans des conteneurs spécifiques. Dans certains cas, on évite que les emballages individuels ne soient endommagés mécaniquement dans les fûts en utilisant de la vermiculite. Certains opérateurs ne traitent les « laboratory smalls » que si les clients font appel à leur service d'emballage conditionner les conteneurs de produits chimiques dans des fûts séparés en fonction de la classification de danger. Les produits chimiques qui sont incompatibles (par ex. oxydants et liquides inflammables) ne doivent pas être stockés dans le même fût.
- g. avoir en place un système pour s'assurer que le point de déversement ou l'aire de stockage corrects est utilisé. Certaines options incluent de systèmes de ticket, la supervision du personnel du site, des clefs ou des flexibles/points avec un codage couleur ou des raccords d'une dimension spécifique.
- h. utiliser une surface imperméable avec assainissement autonome, pour éviter que les déversements ne pénètrent dans le système de stockage ou ne s'échappent du site dans les points de quarantaine et de déchargement.
- i. s'assurer que les flexibles, les vannes et les raccords endommagés ne sont pas utilisés. Les flexibles, les vannes et les raccords doivent être conçus et entretenus pour s'assurer qu'ils sont adaptés à l'objectif envisagé et qu'ils sont stables chimiquement dans l'emploi envisagé.
- j. utiliser des pompes de type rotatif équipées d'un système de contrôle de pression et d'une vanne de sécurité.
- k. collecter les gaz d'échappement venant des cuves et des réservoirs lors de la manipulation de déchets liquides qui peuvent générer des émissions fugitives
- l. sélectionner des matériaux d'emballage adéquats en fonction du matériau/déchet qu'ils doivent contenir (par ex. matières dangereuses).
- m. prévoir des systèmes et des procédures pour s'assurer que les déchets qui doivent être transférés sont conditionnés et transportés conformément à la législation concernant le transport sûr des produits dangereux.

## AVANTAGES OBTENUS POUR L'ENVIRONNEMENT

Un stockage approprié et sûr des déchets aide à réduire les émissions fugitives, les risques de fuites et favorise la prévention des accidents. Un stockage séparé est nécessaire pour éviter des incidents dus à la réaction de substances incompatibles et afin de prévenir les escalades en cas d'incident. Si des palettes endommagées sont transférées, il est possible que d'autres palettes soient stockées en haut de ces dernières, ce qui se traduira par d'autres endommagements et un éventuel effondrement de la pile.

### Applicabilité



## Chapitre 4

Des systèmes de réduction communs peuvent être raccordés aux systèmes de mise à l'atmosphère des réservoirs, afin de réduire les pertes de solvants dans l'air dues au déplacement lors du remplissage des réservoirs et des camions-citernes. Les sites manipulant des déchets poussiéreux peuvent être dotés de hottes, filtres et systèmes d'extraction spécifiques.

La plupart des sites sont dotés d'une base en béton complète, avec des déversoirs vers les systèmes de drainage internes au site qui mènent à des réservoirs de stockage ou à des intercepteurs qui collectent les eaux de pluie et tous déversements. Les intercepteurs avec un déversoir dans les égouts ont en général besoin de systèmes de surveillance automatiques tels qu'un contrôle du pH qui peuvent arrêter le déversoir.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Le transport sûr des produits dangereux est régi par une législation spécifique.

### Installations type

Les postes de transfert de solvants plus importants réduisent les pertes par déplacement lors du chargement et déchargement des camions-citernes et des fûts en faisant appel à des systèmes d'équilibrage ou des systèmes de valorisation des COV. De nombreuses installations de traitement chimique et sites de stockage de solvants sont dotés d'un équipement de réduction de la pollution pour minimiser les émissions acides et de COV.

Les sites qui stockent des déchets organiques avec une certaine teneur en solvant tendent à utiliser un système de filtre au charbon pour contrôler les rejets dans l'air et prendre des mesures de surveillance du gaz d'échappement. Nombre des stations de transport des déchets stockant et pompant des quantités plus importantes de COV ont un équipement de réduction ou un équipement d'équilibrage pour minimiser les pertes dans l'air dues au déplacement ou aux effets thermiques.

### Références bibliographiques

[50, Scori, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

#### 4.1.4.7 Manipulation des déchets solides

##### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- s'assurer que le regroupement de différents lots se fait toujours avec un test de compatibilité
- ne pas ajouter de déchets liquides à des déchets solides, sauf dans des cuves de réaction construites et conçues à cet effet et uniquement après les tests de compatibilité appropriés
- utiliser une ventilation d'échappement local pour contrôler l'odeur et les poussières
- décharger les déchets solides et la boue dans un bâtiment fermé et dépressurisé
- équibrer l'air entre les réservoirs et les différentes aires
- pomper les boues au lieu de les déplacer à ciel ouvert.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Évite les accidents et les émissions fugitives.

##### Effets multimilieux

Lors du pompage des boues ou des liquides d'un conteneur à un autre, il peut y avoir génération de certaines émissions dans le secteur où le produit est pompé à la suite du déplacement de l'air.

##### Applicabilité

Les techniques notées sous c) et d) de la section description ci-dessus sont en règle générale applicables aux déchets qui peuvent générer des émissions fugitives.

##### Installations type

Préparation du combustible issu des déchets.

**Références bibliographiques**

[29, UK Environment Agency, 1996], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

#### **4.1.4.8 Activités de manipulation liées aux transferts dans ou à partir de fûts et de conteneurs**

**Description**

Cette section inclut le transfert de fûts, de réservoirs, de camions-citernes ou de petits conteneurs dans ou à partir de fûts. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. s'assurer que le regroupement/mélange n'intervient que sous les instructions et sous la supervision directe d'un responsable/chimiste adéquat et, si besoin, avec ventilation d'échappement locale
- b. ne regrouper les substances odorantes que dans des conditions contrôlées (par ex. pas à ciel ouvert) pour éviter les émissions d'odeur
- c. dans la mesure possible, laisser en place les couvercles des conteneurs et les laisser scellés
- d. transférer les déchets de conteneurs dans des cuves de stockage en utilisant un siphon renversé
- e. pendant le regroupement dans des camions-citernes, utiliser des conduites d'équilibrage de vapeur connectées à un équipement de réduction approprié
- f. vérifier que le transfert d'un camion-citerne dans un fût ou vice-versa fait appel au minimum à deux personnes pour contrôler à tout moment les conduites et les vannes
- g. manipuler les fûts en utilisant des moyens mécaniques, par exemple un chariot élévateur avec raccord de manutention de fût rotatif
- h. vérifier que les transferts/refoulements n'interviennent qu'après avoir réalisé des tests de compatibilité (voir Section 4.1.4.13) et ensuite uniquement avec la sanction du responsable approprié. L'approbation doit spécifier quel lot/chargement de produit doit être transféré, la cuve de stockage de réception, l'équipement nécessaire, y compris le contrôle des déversements et l'équipement de valorisation ainsi que toute disposition spéciale concernant ce lot/chargement.
- i. vérifier que les camions-citernes ne sont pas utilisés comme réservoirs de réaction, car ceci n'est pas leur destination primaire
- j. ne mélanger par regroupement dans des camions-citernes qu'après avoir procédé à une vérification et un test de compatibilité adaptés
- k. décanter les conteneurs de déchets individuels plus importants dans des conteneurs intermédiaires pour produits en vrac ou dans des fûts de 205 litres et, en règle générale, entourer ces aires par des merlons afin de protéger le drainage du site
- l. prendre les précautions adaptées contre les dangers liés à l'électricité statique lors de la manipulation de liquides inflammables
- m. solidariser les fûts par une pellicule thermo-rétrécissable
- n. former les caristes à la manutention de produits en palettes afin de réduire les endommagements que les chariots élévateurs portent à l'intégrité des fûts
- o. utiliser des palettes saines et non endommagées
- p. remplacer toutes les palettes endommagées à l'arrivée et ne pas les transférer en stockage
- q. prévoir des espaces adéquats à l'intérieur des aires d'entreposage des fûts
- r. ne déplacer les fûts et les autres conteneurs mobiles d'un emplacement à un autre (ou chargés pour enlèvement du site) que sous les instructions du responsable approprié ; s'assurer également ensuite que le système de suivi de déchets est modifié pour consigner ces changements.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Évite les émissions fugitives, par ex. en minimisant les éclaboussures, les problèmes de fumée, d'odeur, de santé et de sécurité et évite les rejets ou les réactions inattendus.

**Applicabilité**

La technique « r » (voir description ci-dessus) s'applique en règle générale à des emplacements à l'intérieur de l'installation.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

#### 4.1.4.9 Déchargement automatique des fûts

##### Description

La station de déchargement comporte (de l'amont vers l'aval) :

- une station d'alimentation en fûts entraînée par motorisation pneumatique. Les fûts, transportés à l'aide d'un chariot élévateur, sont placés sur un jeu de convoyeurs avec des galets motorisés, assurant que les conteneurs sont ensuite dirigés vers la station d'amarrage.
- une station d'amarrage pour les fûts équipés d'un dispositif de serrage hydraulique. Un dispositif de serrage hydraulique équipé de trois attaches de fixation distribuées sur la circonférence des fûts, permet à ces derniers d'être dirigés, déplacés par un mouvement de translation, vers différents terminaux de la station.
- une station pour le découpage, le raclage, le lavage et l'éjection du fond du fût. L'élimination des déchets en pâte est assurée par deux barres en H parallèles, dont l'une des brides tranchantes frotte contre l'intérieur du corps du fût, entraînant une friction. La forme de la partie supérieure des barres est adaptée à la pénétration dans la matière épaisse. Le lavage des fûts, en ligne avec le principe du débit basse/haute pression, permettant une consommation réduite d'eau, est assuré par des buses placées à l'intérieur de gaines métalliques.
- une station pour l'élimination, le raclage, le nettoyage sous haute pression de l'enveloppe du fût. Après élimination et nettoyage, les fûts sont pressés par deux vérins dans la direction de leur dimension la plus importante. Des corps appropriés sont prévus de manière à retenir les éclaboussures et les feuillards des fûts. Les fûts pressés sont ensuite dirigés vers un conteneur de collecte par un convoyeur à rouleau.
- une station pour le pressage et d'élimination des fûts nettoyés
- une cabine de commande
- la prévention des émissions de COV. Les produits organiques volatils émis par les stations de découpe, d'élimination et de lavage sont collectés par des hottes raccordées à un dispositif de ventilation et sont traités dans l'unité d'incinération.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit la durée de séjour des déchets conditionnés sur le site et optimise le processus de nettoyage des conteneurs. L'objectif d'un tel système est de décharger les déchets des fûts sans intervention humaine, ce qui évite les accidents.

##### Applicabilité

La station est conçue pour accepter des fûts standard d'une capacité de 120 et 200 litres pouvant être entièrement ouverts et fermés. Elle a une capacité d'élimination de 250 fûts/jour.

##### Agent moteur pour la mise en œuvre

La station automatisée pour le déchargement des déchets conditionnés satisfera le double objectif suivant :

- améliorer les conditions de travail des opérateurs
- réduire le délai de séjour sur le site des déchets conditionnés et optimiser le processus de nettoyage des conteneurs.

##### Installations type

Appliquée à la préparation de combustible à partir de déchets dangereux.

### Références bibliographiques

[91, Syke, 2003], [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.1.4.10 Techniques en vue e l'amélioration du contrôle des stocks en stockage

**Description**

Certains des éléments à prendre en compte sont énoncés ci-dessous :

- a. pour les déchets liquides en vrac, le contrôle des stocks implique de tenir des archives de l'itinéraire sur la totalité du procédé. Pour les déchets en fûts, le contrôle doit utiliser l'étiquetage individuel de chaque fût pour consigner l'emplacement et la durée du stockage
- b. la fourniture d'une capacité de stockage d'urgence. Ceci est utilisé dans un cas où il est nécessaire de transférer des déchets d'un véhicule, en raison d'un défaut ou d'une défaillance potentielle du confinement du véhicule. Ces événements sont rares et la capacité disponible à l'intérieur de l'installation peut être un facteur limitant
- c. tous les conteneurs doivent être clairement étiquetés et porter la date d'arrivée, le ou les codes de danger pertinents et un numéro de référence unique ou un code permettant l'identification par le contrôle des stocks et par référence croisée avec les archives de pré-acceptation et d'acceptation. La totalité de l'étiquetage doit être suffisamment résiliente pour rester attachée et lisible durant toute la durée du stockage dans l'installation.
- d. la mise en surfût en mesure d'urgence. Toutes les informations appropriées doivent être transférées sur l'étiquette du nouveau conteneur. On doit éviter le transfert de quantités importantes de déchets dans des surfûts en retransférant dans les fûts dès que l'incident ayant entraîné la mise en surfûts a été traité
- e. la surveillance automatique des niveaux de réservoirs de traitement et de stockage avec des indicateurs de niveau de réservoir
- f. le contrôle par ex., avec des systèmes d'équilibrage de débit existants ou de simples filtres au charbon activé, de certaines émissions émanant des réservoirs lorsqu'ils sont agités ou traités lorsqu'ils sont mélangés, ainsi qu'en général émanant des réservoirs de traitement chimique ou des réservoirs de mélange de boues.
- g. limiter l'aire de stockage de réception à un maximum d'une semaine seulement (voir Section 4.1.1.5)
- h. adoption de mesures (par ex. planification de l'acceptation, identification de la limite de capacité maximale pour le déchet concerné et s'assurer que la capacité de stockage n'est pas dépassée) afin d'éviter des problèmes qui peuvent être générés par l'accumulation/le stockage des déchets. Ceci est important car les caractéristiques des déchets peuvent changer pendant le stockage /l'accumulation, par ex. ils peuvent se compacter et durcir ou à la suite du mélange, des réactions peuvent intervenir produisant des produits de réaction et de l'eau résiduaire. Dans certains cas, l'homogénéisation des déchets ne sera possible qu'avec l'aide du chauffage ou l'ajout d'agents accessoires, etc. et également en ayant connaissance du comportement de réaction des déchets. Certains efforts de prévention simples peuvent généralement aider à atténuer ces inconvénients.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Prévient les émissions durant les activités de stockage.

**Données opérationnelles**

Il est nécessaire d'avoir un système de gestion car les techniques ci-dessus sont rattachées au système de management de la qualité (QMS).

**Installations type**

Il existe de nombreux exemples dans le secteur.

**Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### **4.1.4.11 Aire de stockage sur palettiers à commande informatique pour déchets dangereux**

**Description**

## Chapitre 4

Le centre logistique dans un parc de stockage de différentes installations de traitement est une aire de stockage sur palettiers à commande informatique pour déchets dangereux. Ici, toutes les substances sont identifiées, pesées, photographiées et échantillonnées avant d'être stockées.

Le laboratoire interne revêt une importance spéciale ; les échantillons des substances des déchets individuels sont analysés avant élimination ou valorisation afin d'identifier les propriétés exactes des substances et de déterminer le procédé de traitement approprié. Le laboratoire produit également des concepts pour le nettoyage en coopération avec les autres départements.

Afin d'éviter des incendies dans l'aire de palettiers, les cuves sont inertées avec de l'azote. Un poste d'accumulation d'azote installé produit de l'azote avec une teneur résiduelle en oxygène de 2 % qui est ensuite évacuée dans les cuves. Ce processus est contrôlé de manière continue et enregistré. Afin de réduire les émissions gazeuses, le gaz inerte émanant des cuves est circulé par des ventilateurs et filtré par du charbon actif.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Il sépare les différents types de déchets dangereux et veille à ce qu'ils aient un procédé de traitement approprié.

### Données opérationnelles

Avant le stockage des conteneurs dans l'aire de palletage, des contrôles administratifs et techniques interviennent (par ex. échantillonnage et documentation photographique). Le stockage de conteneurs est ensuite mis en œuvre avec un système de contrôle de stocks programmé. Le transport des conteneurs à l'intérieur de la zone de palletage est assuré par l'équipement d'accès aux étagères à commande informatisée. La programmation permet de s'assurer que tous les procédés de transport des conteneurs sont planifiés à l'avance et, par conséquent, prédéfinis et que toutes les informations associées (par ex. documents et résultats d'échantillonnage) ainsi que les procédés de transport utilisés pour les conteneurs sont enregistrés, ce qui permet d'avoir un contrôle approfondi. Afin de permettre la réception et le stockage des déchets dans différents conteneurs, chaque conteneur est mis sur une palette normalisée. Cette palette est conçue comme un plateau de collecte qui collecte les déversements, par ex. issus de l'échantillonnage.

### Applicabilité

Cette technique est applicable aux installations de traitement des déchets recevant des déchets dangereux.

### Installations type

Une installation d'élimination de déchets type en Allemagne.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[157, UBA, 2004]

### 4.1.4.12 Étiquetage des canalisations de procédé et des réservoirs

#### Description

On trouvera ci-après certains éléments à prendre en compte liés au besoin d'étiquetage :

- a toutes les cuves doivent être clairement étiquetées en ce qui concerne leur contenu et leur capacité et elles doivent avoir un identificateur unique. Les réservoirs doivent être étiquetés de manière appropriée en fonction de leur utilisation et de leur contenu, par exemple :

Contenu	Exemple d'étiquette
Solvant	Fortement inflammable
Effluent	Eau résiduaire

- b. l'étiquette doit établir une différence entre les eaux résiduaires et les eaux de procédé, les liquides combustibles et les vapeurs combustibles et le sens de l'écoulement (c'est-à-dire l'écoulement en entrée ou en sortie)
- c. des archives écrites doivent être conservées pour tous les réservoirs, détaillant l'identificateur unique ; la capacité, sa construction, y compris les matériaux ; les calendriers d'entretien et les résultats des inspections ; les raccords et les types de déchets qui peuvent être stockés/traités dans la cuve, y compris la limite de point d'éclair
- d. l'utilisation d'un système de codage des canalisations adaptées, par exemple, codage couleur standard européen CEN

Couleur	Codage	Contenu
Vert	6010	Eau
Brun	8001	Liquide/vapeur combustible
Rouge	3001	Eau de lutte contre les incendies
Bleu	5012	Air comprimé

- e. le repérage de toutes les vannes avec un identificateur unique qui doit figurer sur les schémas d'instrumentation et de procédé
- f. un dimensionnement correct et le maintien de tous les raccords dans un état non endommagé.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les systèmes permettent à l'opérateur de maintenir plus facilement une bonne connaissance de l'ensemble du procédé, d'aider à réduire les accidents et de contrôler les émissions.

#### **Applicabilité**

Le repérage de toutes les vannes avec un identificateur qui figure ensuite sur le schéma de procédé et d'instrumentation n'est pas une pratique commune, même dans l'industrie chimique.

#### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003]

#### **4.1.4.13 Mise en œuvre d'un test de compatibilité avant le transport**

##### **Description**

Un bon test de compatibilité doit couvrir les éléments suivants :

- a. un échantillon venant du réservoir/cuve/conteneur de réception est mélangé dans un ratio proportionnel avec un échantillon venant du flux du déchet que l'on envisage d'ajouter au réservoir/cuve/conteneur
- b. deux échantillons doivent couvrir le scénario du « cas le pire » d'éléments constitutifs similaires
- c. identification de tout gaz émis et de la cause d'une odeur possible
- d. en cas d'observation de toute réaction adverse, trouver une évacuation ou une voie d'élimination alternative
- e. prise en compte des implications d'extrapolation à partir des essais de compatibilité en laboratoire pour le transfert en vrac
- f. détermination des paramètres de test de compatibilité particuliers en fonction des déchets qui sont regroupés. Il convient de conserver au minimum des archives sur les essais, y compris toute réaction donnant lieu à des paramètres de sécurité (augmentation de la température, émanation de gaz ou augmentation de la pression), sur les paramètres

d'exploitation (modification de la viscosité et séparation ou précipitation des solides) et sur tous les autres paramètres tels qu'une évolution des odeurs.

Le Tableau 4.12 présente un exemple de compatibilité et indique qu'une planification prudente doit être faite pour le stockage de produits chimiques. Par exemple, les acides, minéraux, non-oxydants (numéro 1) peuvent générer de la chaleur et des réactions de polymérisation violentes lorsqu'ils sont mélangés avec des aldéhydes (numéro 5).









### Avantages obtenus pour l'environnement

Prévenir toute réaction contraire et inattendue et tout dégagement avant le transfert dans les réservoirs de stockage.

### Applicabilité

Des essais sont nécessaires avant le transfert. Ils doivent couvrir :

- les déversements des camions-citernes dans les stockages en vrac
- les transferts d'un réservoir à un autre
- les transferts d'un conteneur à un réservoir en vrac
- le regroupement dans des fûts/IBC
- le regroupement de déchets solides dans des fûts ou dans des skips.

### Références bibliographiques

[53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003]

#### 4.1.4.14 Ségrégation pour le stockage

##### Description

La compatibilité est l'un des problèmes essentiels pour assurer un stockage sûr. Ceci implique deux considérations indépendantes :

- la compatibilité des déchets avec les matériaux utilisés pour construire le conteneur, réservoir ou la membrane en contact avec le déchet (par ex. certains solvants ne doivent pas être stockés dans des conteneurs en plastique)
- la compatibilité des déchets avec d'autres déchets stockés ensemble, (par ex. des conteneurs de déchets de cyanure ne doivent pas se trouver à proximité de déchets acides).

Une fois que les déchets ont été contrôlés à l'arrivée, ils sont répartis en différents groupes en fonction du contenu chimique et de la taille des conteneurs. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. prise en compte de toutes les incompatibilités chimiques pour guider les critères de ségrégation (par ex. éviter de placer des acides avec des cyanures). La Directive Seveso et la loi sur les Produits chimiques donnent des indications relatives à cette ségrégation. Le BREF sur le stockage donne également un certain nombre d'indications.
- b. ne pas mélanger des huiles usagées avec des solvants résiduels. Certains des produits automobiles le plus fréquemment utilisés tels que des solvants de dégraissage, des nettoyeurs de frein en aérosol et des nettoyeurs de carburateur en aérosol peuvent comporter des composés halogénés avec du chlorure, du bromure et de l'iode. S'ils sont mélangés avec des huiles usagées, le mélange dans sa globalité peut devenir plus difficile à traiter
- c. différenciation du stockage en fonction de la dangerosité du déchet (par ex. limite de point d'éclair à 55 °C)
- d. prévoir des parois de protection incendie entre les secteurs de stockage ou une distance de sécurité suffisante pour éviter la propagation du feu.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Un stockage séparé est nécessaire pour prévenir les incidents dus à la réaction entre des substances incompatibles et pour éviter l'escalade en cas d'incident. Un autre avantage secondaire éventuel peut être lié au fait que le mélange des déchets peut rendre plus difficile la gestion globale des déchets.

### **Effets multimilieux**

En règle générale, il faut plus d'espace pour un stockage séparé.

### **Applicabilité**

Le stockage des oxydants et des conteneurs de liquides inflammables se fait séparément afin qu'ils ne puissent pas entrer en contact les uns avec les autres à la suite d'une fuite.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Prévenir les incidents dus à l'intervention de réactions incompatibles. Certaines législations et directives sont disponibles sur cette question dans certains États membres (par ex. Royaume Uni).

### **Références bibliographiques**

[15, Pennsylvania Department of Environmental Protection, 2001], [53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004], [151, EIPPCB, 2003]

## **4.1.5 Ségrégation et test de compatibilité**

### **Description**

Un principe de base pour réduire les sources est d'éviter de mélanger les déchets. En effet le mélange d'une faible quantité de déchets dangereux avec une quantité plus importante de déchets non dangereux crée une quantité importante de matière qui doit être traitée comme déchet dangereux. On peut trouver des informations plus détaillées en Section 2.1.5. Certaines techniques et principes à prendre en compte sont les suivants :

- a. ne pas rendre un déchet liquide s'il est sec
- b. avoir un bon étiquetage de toutes les conduites et conteneurs. Ceci augmentera nettement le respect par le personnel de toutes modifications dans les pratiques destinées à renforcer la ségrégation des déchets
- c. ne permettre le mélange des déchets pollués de différentes puissances de pollution que si le déchet mélangé est traité conformément au déchet le plus pollué
- d. maintenir l'eau de refroidissement à l'écart des flux de déchets (par ex. des eaux résiduelles)
- e. envisager et, le cas échéant, appliquer la ségrégation lors du stockage des matières (voir Section 4.1.4.14)
- f. avoir des règles limitant les types de déchets qui peuvent être mélangés. Ces règles ont notamment pour objectif de réduire les risques pour l'environnement, pour des raisons de sécurité ou pour prévenir la dilution.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

La ségrégation des déchets facilite grandement tout traitement nécessaire. On peut prévenir nombre de problèmes avec une séparation appropriée à la source (sur le site de production des déchets). L'essentiel est de séparer les déchets incompatibles en les plaçant dans des secteurs séparés construits avec les matériaux adéquats. Dans certains cas, s'ils sont stockés ensemble, des incidents tels que des fuites peuvent provenir d'un mélange de déchets incompatibles. Différentes réactions chimiques peuvent ensuite se produire, certaines avec un risque de pression excessive et/ou de chaleur, provoquant, par conséquent, des risques d'incendie ou d'explosion. D'autres peuvent causer des émanations ou des gaz toxiques.

Des huiles usagées non séparées peuvent par exemple avoir une valeur inférieure à celle du mazout. Les huiles usagées contaminées peuvent provoquer de la pollution lorsqu'elles sont utilisées dans des procédés de combustion. Les lubrifiants usagés séparés peuvent avoir une valeur de valorisation supérieure en tant que combustible.

Le procédé d'alimentation dans la préparation des combustibles solides issus des déchets solides municipaux est très important car il a une grande influence sur les qualités des déchets SORTANTS. Il faut pouvoir garantir une homogénéisation effective et empêcher le traitement des chargements fortement contaminés car cela pourrait abaisser la qualité des produits.

### **Effets multimiliex**

Dans certains cas, le mélange des déchets peut présenter un risque plus important (en raison de l'incompatibilité chimique potentielle de certains composants) et peut supprimer les possibilités de recyclage.

### **Applicabilité**

Certaines techniques mentionnées dans la section description sont appliquées aux déchets ENTRANTS, d'autres aux déchets SORTANTS et d'autres sont utilisées durant la gestion de l'installation (par ex. manipulation et stockage des déchets). Les principaux obstacles aux programmes de ségrégation des déchets viennent des matériaux destinés aux rebuts de l'installation et qui n'appartiennent pas à cette catégorie. Les exemples à noter sont les échantillons de laboratoire qui doivent être éliminés comme des déchets dangereux. Les solvants et les pigments sont d'autres exemples pour lesquels il faut prévoir des réceptacles spéciaux.

Certaines installations ont des fosses séparées pour différents types de déchets, par exemple les déchets ménagers, les déchets commerciaux similaires aux déchets ménagers et les déchets commerciaux de production spécifique.

On considère parfois que la technique « a » (voir description ci-dessus) ne peut pas être appliquée pour des raisons de sécurité.

L'application des principes de base du mélange et de l'assemblage tel que décrit dans la Section 2.1.5 (prévention des risques, traitement inférieur à la norme et prévention d'une dispersion diffuse) est différente pour chaque filière de traitement. Les déchets peuvent être traités dans certaines filières et terminer comme combustible, comme matériaux de construction, engrais, aliments pour animaux, en tant que charge de départ pour de nouveaux produits, etc. Étant donné la grande variété des divers procédés, cette élaboration donne des résultats très différents pour chaque filière. Le choix du traitement adopté affectera, de toute évidence, les possibilités pour le mélange des déchets. Pour chaque filière de traitement des déchets, le type et les concentrations des substances dangereuses pour l'environnement diffèrent et les critères opérationnels pour l'évaluation de l'activité du mélange diffèrent donc eux aussi.

Avant de mélanger les déchets, on suppose à priori que certains types de déchets ne sont pas du tout adaptés au recyclage ou au réemploi. Ceci peut concerner des déchets issus de divers procédés de nettoyage, par exemple des résidus FGT, des cendres volantes, des sels burtonisants, des gâteaux de filtration contenant des métaux antifriction issus de la détoxification-neutralisation-assèchement, des poussières de gaz de haut fourneau, etc. Le mélange de ces déchets et des résidus des procédés de nettoyage qui contiennent de fortes concentrations cumulatives de substances dangereuses pour l'environnement, n'est autorisé dans aucune filière de traitement de valorisation. Ce sont des déchets qui doivent être éliminés et dont les risques pour l'environnement doivent être neutralisés avant l'élimination par le biais de l'immobilisation ou de techniques de séparation de particules. La Section 4.1.2.1 couvre les problèmes concernant le choix du traitement des déchets.

### **Aspects économiques**

Il est possible de séparer efficacement certains flux de déchets solides en apportant des changements mineurs à l'équipement. En général, l'élimination d'un déchet mélangé sera plus coûteuse que le traitement d'un flux composé d'un seul type de déchets.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

La Directive sur les déchets dangereux (91/689/EEC) et la Directive sur les déchets (75/442/EEC) donne le cadre législatif de la Communauté européenne pour le mélange et l'assemblage des déchets. Certains pays définissent des règles nationales (par ex. dans certains pays il est absolument interdit de mélanger des scories/des cendres lourdes provenant de différentes sources).

Les règles de mélange et d'assemblage sur un niveau opérationnel restent dans les limites des permis et des autres obligations (légales et volontaires) et sont écrites et appliquées sous la responsabilité de l'opérateur de traitement des déchets. Elles tiennent compte des risques et des approches de sécurité afin de :

- éviter les accidents, qui peuvent provoquer des risques pour la santé humaine et avoir des effets contraires sur l'environnement
- prévenir les incidents techniques et mécaniques qui peuvent endommager les installations

Ainsi, les règles d'assemblage et de mélange au niveau opérationnel sont en général liées aux éléments suivants :

- les réglementations dans les permis (déchets non-autorisés, obligations de séparer les déchets)
- les réglementations concernant la sécurité
- les procédures internes et opérationnelles (par exemple contrôle qualité, certification ISO 14000)
- les procédures de pré-acceptation et d'acceptation

la prescription des essais de compatibilité (durant les procédures de pré-acceptation et d'acceptation).

### Installations type

Certains exemples de tests de compatibilité appliqués en règle générale dans le secteur des déchets sont indiqués ci-après :

- des tests de compatibilité pour le stockage (voir Section 4.1.4.14)
- la simulation des effets associés à la neutralisation dans une expérience de laboratoire la sélection et le dosage des agents de précipitation et floculation corrects doivent toujours être déterminés par expérimentation
- des essais de laboratoire expérimentaux sont nécessaires pour déterminer les produits chimiques qui sont les mieux adaptés à l'oxydation/réduction et à quoi ressemble la réaction
- des essais de laboratoire doivent identifier la quantité de charbon actif nécessaire pour nettoyer les eaux résiduaires. Les résultats les plus importants sont la valeur de charge, par ex. g de COT/g de charbon actif et le délai de contact nécessaire
- comme le point de dosage est particulièrement important lors de l'utilisation d'agents de séparation organiques, des laboratoires doivent effectuer des contrôles durant le procédé
- les paramètres suivants (voir Tableau 4.13) doivent être examinés avec des systèmes d'évaporation/distillation.

Ingrédients	Remarques	Type d'évaporateur
Solides non dissous	Déjà présent ou intervenant en raison de précipitation	Évaporateurs sans incrustation et avec équipement mécanique pour l'élimination des solides
Substances volatiles formant des incrustations	Pendant la dissolution thermique	Évaporateurs avec période de maintien courte et/ou faibles



ou des gommages		différences de température entre les phases de chauffage et d'ébullition
Vapeur d'eau – ingrédients volatils	Avec forte concentration dans la solution initiale	Évaporateurs avec traitement de vapeur spécial
Matériaux actifs au niveau de la surface de séparation	Formation de mousse	Évaporateurs avec conception de séparation spéciale et /ou ajout d'agent anti-moussants

**Tableau 4.13 : Ingrédients affectant l'évaporation**  
[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

Le laboratoire est équipé d'équipement (par ex. turbo-agitateurs utilisés brièvement pour le mélange, agitateurs lents pour la formation de floculats) qui simule à peu près les conditions de l'installation.

La ségrégation des huiles usagées afin de produire une matière ayant une valeur supérieure au mazout est une pratique commune.

Certains exemples des règles de mélange et d'assemblage appliquées à certains types de procédés et de déchets sont indiqués ci-dessous.

#### Procédé thermiques

Dans la plupart des cas, il est inutile de traiter certains déchets (on trouvera certains exemples dans la section Applicabilité ci-dessus) par des procédés thermiques. Toutefois, si la teneur en matière organique du déchet de départ est supérieure à 10 %, un traitement thermique peut s'avérer nécessaire. La mesure de la « perte due à la combustion » après le traitement thermique peut être un critère de l'évaluation de l'efficacité de l'incinération. Si la « perte due à la combustion » est inférieure à 5 % du poids sec du résidu nouvellement créé, le traitement est efficace. Un niveau de carbone organique inférieur à 3 % dans le résidu est un autre critère permettant de mesurer l'efficacité de l'incinération.

#### Traitement des déchets contaminés par des POP

Le mélange et l'assemblage de déchets pour valorisation peut être autorisé si la concentration des POP ne dépasse pas la teneur en POP basse telle que définie dans les Traités de Bâle et de Stockholm. Ceci se retrouve dans les directives techniques pour la gestion saine pour l'environnement des déchets consistant en, contenant ou contaminés par des POP et des PCB qui ont récemment été adoptées lors de la 7<sup>ème</sup> Conférence des Parties à la Convention de Bâle. Le Tableau 4.14 présente les faibles teneurs en POP. Toutefois, des mélanges de déchets par d'autres voies de traitement telles que le nettoyage du sol, la préparation d'aliments pour animaux, la préparation d'engrais, etc. peuvent être interdits même si la teneur faible en POP n'est pas dépassée.

Produit	Faible teneur en POP
Dioxines et furannes	0,015 TEQ mg/kg
PCB	50 mg/kg
Autres POP	50 mg/kg

**Tableau 4.14 : Concentrations maximales autorisées pour le mélange de déchets pour valorisation**  
[156, VROM, 2004]

#### Métaux lourds - Cd, Hg, Tl)

Lorsque les trois principes de base du mélange et de l'assemblage et leur élaboration sont pris en compte, les autorités compétentes peuvent autoriser les concentrations maximales suivantes dans les déchets dans les mélanges pour la co-cuisson ou la co-incinération, telles que présentées dans le Tableau 4.15. Des émissions de métaux lourds, de mercure, de cadmium et de thallium dans l'air se produiront lorsque des déchets contenant ces composants sont utilisés dans des fours à ciment et dans des centrales électriques. Il est par conséquent interdit de dévier n'importe quoi au-dessus des niveaux de concentration maximaux. Les autorités compétentes peuvent s'écarter de ces concentrations maximales en prescrivant dans le permis un niveau inférieur pour le mélange et l'assemblage, si les critères d'acceptation de l'installation de réception l'imposent. A cet égard, il est bon de noter qu'il faut établir une distinction entre les concentrations autorisées pour le mélange et les concentrations pour déterminer les limites d'émission admissibles dans l'air.

Métaux	Concentration maximale (mg/kg matière sèche)
Mercure	10
Cadmium	100
Thallium	100

**Tableau 4.15 : Concentrations maximales autorisées pour le mélange en vue de co-cuisson ou de co-incinération**

[156, VROM, 2004]

Les déchets contenant des contaminants, autres que ceux mentionnés ci-dessus, peuvent être mélangés afin de satisfaire les critères d'acceptation pour l'installation de traitement. Naturellement, ceci ne s'applique pas aux substances résiduelles mentionnées précédemment ni aux résidus du traitement qui contiennent de fortes concentrations de contaminants.

#### Références bibliographiques

[53, LaGrega et al., 1994], [86, TWG, 2003], [89, Germany, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

### 4.1.6 Techniques en vue de l'amélioration de l'environnement et autres techniques fréquentes

#### 4.1.6.1 Techniques visant à réduire les émissions dues aux opérations de broyage et de déchiquetage

##### Description

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour réduire les émissions dues aux opérations de broyage et de déchiquetage des fûts :

- entièrement enfermer l'installation de broyage et de déchiquetage des fûts et la doter d'un système de mise à l'atmosphère extractif lié à un équipement de réduction, par ex. un épurateur-laveur d'huiles et un filtre à charbon actif. Le système de réduction peut être solidarisé avec le fonctionnement de l'installation de sorte que l'installation ne puisse pas fonctionner sans que ce système de réduction ne soit opérationnel.
- couvrir les skips destinés au stockage des fûts broyés et déchiquetés

- c. utiliser un système scellé, par ex. des toboggans pour confiner les résidus
- d. utiliser un drainage scellé
- e. éviter le broyage des fûts qui contiennent (ou qui ont contenu) des déchets inflammables et fortement inflammables ou des substances volatiles, sauf si les résidus ont tout d'abord été retirés et le fût nettoyé.

On peut également utiliser les techniques suivantes dans une installation de déchiquetage :

- f. prévoir un hangar pour le conditionnement des déchets dangereux avant le traitement ; la totalité du hangar de traitement est maintenue en permanence sous pression négative par une installation de traitement d'air d'échappement. Par conséquent, aucune émission n'est dégagée
- g. stocker les acides, les bases, les produits chimiques photographiques, les produits chimiques ménagers, les pesticides et les produits chimiques de laboratoire
- h. stocker les liquides inflammables tels que les solvants résiduels ayant un point d'éclair  $< 21^{\circ}\text{C}$
- i. décomposer les bombes aérosol en différents composants : propulseurs, ingrédients liquides, métaux et plastiques
- j. nettoyer par aspiration toutes les émissions ; un contrôle automatique de l'aspiration de l'air d'échappement à partir de différents procédés peut être appliqué, cette aspiration peut être réduite en l'absence de fonctionnement pour diminuer la consommation d'énergie.
- k. traiter l'air d'échappement avec un filtre anti-poussière et/ou une post-combustion avec régénération en vue d'obtenir une combustion sans résidu. On peut également utiliser un filtre de pré-couche en amont (charbon actif et mélange de chaux) pour collecter les composants adhésifs.

**Une installation de déchiquetage traitant des déchets dangereux peut également faire appel aux techniques suivantes :**

- l. canal protégé contre les sauts de pression de 12 m de haut pour éviter les dommages
- m. installation résistante à des pressions jusqu'à 10 bars.
- n. fonctionnement de la déchiqueteuse en discontinu pour minimiser l'exposition
- o. utilisation de systèmes d'alarme incendie et d'installations d'aspersoirs ; par ailleurs, les boîtes sont équipées d'une installation d'aspersoirs pour réduire la poussière**
- p. connexion en ligne au service de sauvetage ; en cas d'incendie, le service de lutte incendie est immédiatement notifié utilisation de commutateurs, modules et machines antidéflagrants dans l'ensemble du hangar
- s. utilisation de cabines surpressurisées avec des filtres à charbon actif dans toutes les machines afin d'assurer la sécurité des employés
- t. réserve d'eau incendie de  $50\text{ m}^3$  dans un bassin enterré
- u. alimentation permanente en azote de l'espace de travail à l'intérieur de la déchiqueteuse, par conséquent avec l'exclusion d'oxygène, aucune réaction ne doit intervenir (dispositif de purge d'azote).

Enfin, les techniques suivantes peuvent servir à protéger le sol d'une installation de déchiquetage :

- v. utiliser une base laminée à commande pneumatique pour identifier les fuites, la base du hangar est en forme de bol afin que les liquides ne puissent s'écouler vers l'extérieur
- v. conserver une réserve d'eau incendie de  $450\text{ m}^3$  ; ceci est possible grâce à la forme en bol avec un bassin d'aspiration de pompe pour pomper l'eau incendie.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduction des émissions de COV dans l'air et réduction de la contamination des flux d'eau et du sol. Les unités de broyage/déchiquetage peuvent être mises à l'atmosphère directement. Une technique pour réduire les émissions de COV consiste à éviter de mettre directement à l'atmosphère sauf si les émissions/mises à

l'atmosphère ont été lavées et entièrement purgées de leur contenu précédent. Certaines techniques, par exemple technique « t » (voir description ci-dessus), sont mises en œuvre pour prévenir l'inflammation.

### **Données opérationnelles**

L'utilisation de gaz inertes, par exemple azote ou dioxyde de carbone permet de générer des atmosphères inertes et d'éviter l'inflammation.

Le nettoyage par aspiration d'air de 30 000 m<sup>3</sup> d'air de hangar par heure sur un filtre anti-poussière est appliqué dans une déchiqueteuse de bombes aérosol. Deux systèmes de traitement et de collecte d'air d'échappement séparés sont utilisés. On peut alternativement recourir à une aspiration de source contrôlable dans les déchiqueteuses de boîtes et de bombes aérosol avec un maximum de 12 000 m<sup>3</sup>/h. Pour détruire complètement les substances nocives, le dispositif de combustion d'échappement fonctionne à plus de 800 °C.

### **Applicabilité**

Les traitements de certains déchets contenant par exemple des COV peuvent créer des atmosphères inflammables éventuellement source de problème car il peut y avoir un risque de décharge statique avec certains types et mélanges de déchets et de réactifs. Dans certains cas, des fûts contenant des substances volatiles (voir technique « e » dans la section description ci-dessus) peuvent être broyés si le broyeur incorpore un système qui évite des problèmes d'explosion ou d'inflammabilité. Dans ce cas, lorsque les déchets manipulés ne génèrent pas d'émissions dans l'air (par ex. odeurs, poussières, COV), on n'appliquera pas en règle générale de systèmes extractifs.

### **Aspects économiques**

Une installation de déchiquetage de poubelles type en Allemagne. L'installation a une capacité de 5 000 Mg/a. La quantité de déchets dangereux traitée est de 1 000 t/an. L'investissement nécessaire pour l'installation de traitement est de 325 000 €.

Une installation de déchiquetage de bombes aérosol type en Allemagne. La capacité de l'installation de traitement est de 500 t/an. L'investissement nécessaire pour l'installation de traitement est de 500 000 €.

### **Installations type**

Une installation type se compose d'une enceinte avec extraction d'effluents gazeux montée sur une plate-forme surélevée et contient une tête de broyage commandée à distance à commande hydraulique. Les résidus chassés des fûts durant le broyage sont transmis via un toboggan fermé dans un fût placé en dessous de la plate-forme surélevée. Un épurateur-laveur d'huiles et deux filtres à charbon actif en série extraient les vapeurs avant de les refouler dans l'air. Des verrouillages réciproques empêchent le fonctionnement du broyeur lorsque la porte du broyeur est ouverte ou lorsque le système de réduction ne fonctionne pas.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2004]

## **4.1.6.2 Techniques visant à réduire les émissions issues des procédés de lavage**

### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. identifier les composants qui peuvent être présents dans les éléments à laver (par ex. solvants)

- b. transférer les déchets lavés dans le stockage approprié puis les traiter de la même manière que les déchets dont ils ont été obtenus
- c. utiliser l'eau résiduaire traitée venant de l'installation de traitement des déchets, l'eau résiduaire résultante peut être recyclée dans la Station d'épuration des eaux résiduaires ou renvoyée dans l'installation dans le cas de centrales de traitement physico-chimique. Dans ce dernier cas, l'eau résiduaire est traitée exactement de la même manière que les déchets qui ont été transportés et livrés dans les conteneurs/réceptacles/constructions nettoyés.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Permet l'identification et le traitement des résidus de lavage.

### **Applicabilité**

Le lavage des fûts et des conteneurs intermédiaires pour produits en vrac n'est en général mis en œuvre que lorsqu'il y a une opération de traitement adjacente pour accepter les eaux de lavage ou lorsqu'il y a d'autres possibilités disponibles pour traiter correctement l'eau de lavage.

Les procédures de lavage et de nettoyage sont en général mises en œuvre en utilisant les eaux résiduaires traitées. Les eaux de lavage et les eaux résiduaires de nettoyage sont renvoyées au procédé ou à la Station d'épuration des eaux résiduaires pour retraitement. Dans certains cas, la Station d'épuration des eaux résiduaires est installée à l'extérieur de l'installation de traitement des déchets.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

## **4.1.7 Techniques visant à prévenir les accidents et leurs conséquences**

### **Description**

L'un des principes généraux de l'IPPC est de prendre les mesures nécessaires pour prévenir les accidents qui peuvent avoir des conséquences sur l'environnement et pour en limiter les conséquences. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. produire un plan de gestion des accidents structuré dans un délai qui comporte :
  - l'identification des dangers pour l'environnement posés par l'installation. Parmi les secteurs particuliers à prendre en compte on notera : les types de déchets, le débordement des réservoirs, la défaillance d'une installation et/ou de l'équipement (par exemple, suppression des réservoirs et des canalisations, évacuations bloquées), la défaillance du confinement (par ex. merlon et/ou débordement des puisards pour le drainage), la défaillance du confinement des eaux de lutte incendie, des erreurs de connexion dans les évacuations ou d'autres systèmes, empêcher des substances incompatibles d'entrer en contact, des réactions indésirées ou des réactions de fugue, l'émission d'un effluent avant qu'un contrôle adéquat de sa composition n'ait été effectué, le vandalisme/les incendies volontaires, les conditions météorologiques extrêmes, par ex. inondations, vents très violents.
  - l'évaluation de tous les risques (danger x probabilité) d'accidents ainsi que leurs conséquences éventuelles. Une fois les dangers identifiés, on peut envisager le processus d'évaluation des risques en répondant à six questions de base :
    - Quelle est la probabilité estimée de leur intervention ? (source, fréquence)
    - Quel produit risque d'être émis et dans quelle quantité ? (évaluation des risques de l'événement)
    - Destination ? (prédictions d'émissions – quels sont les voies et les récepteurs ?)
    - Quelles sont les conséquences ? (évaluation des conséquences – effets sur les récepteurs)

- Quels sont les risques globaux ? (détermination du risque global et de son importance pour l'environnement)
- Que peut-on faire pour prévenir ou réduire le risque ? (gestion du risque - mesures pour prévenir les accidents et/ou réduire les conséquences environnementales)

L'ampleur et le type d'évaluation dépendent des caractéristiques de l'installation et de son emplacement. Les principaux facteurs à prendre en compte sont les suivants :

- l'échelle et la nature du risque d'accident présenté par les installations et les activités
  - les risques pour les zones peuplées et l'environnement (récepteurs)
  - la nature de l'installation et la complexité ou autre des activités et la difficulté relative pour décider et justifier l'adéquation des techniques de contrôle du risque.
- b. disposer d'un système documenté qui peut être utilisé pour identifier, évaluer et réduire les risques pour l'environnement et les risques d'accidents ainsi que leurs conséquences
  - c. s'assurer que le système d'acceptation des déchets avec échantillonnage de pré-acceptation et analyse, puis vérification à l'arrivée sur l'installation joue un rôle crucial dans la prévention des accidents (voir Section 4.1.1)
  - d. tenir un inventaire des substances présentes ou éventuellement présentes qui peuvent avoir des conséquences pour l'environnement si elles s'échappent. On ne doit pas oublier que de nombreuses substances apparemment inoffensives peuvent être préjudiciables pour l'environnement si elles s'échappent (par exemple, un camion-citerne de lait déversé dans un cours d'eau peut détruire son écosystème). (L'inventaire est également lié à la traçabilité, voir Section 4.1.2.3)
  - e. mettre en place des procédures pour contrôler les matières premières et les déchets et s'assurer de la compatibilité avec d'autres substances qui peuvent éventuellement entrer en contact (voir compatibilité Section 4.1.4.13)
  - f. séparer les substances et les déchets incompatibles en fonction de leur potentiel de danger. Les types de déchets incompatibles doivent être séparés par baies ou stockés dans des bâtiments dédiés. L'exigence minimale implique un périmètre délimité par des bordures et une collecte de drainage séparée. Des mesures doivent également être en place pour éviter que les conteneurs ne tombent dans d'autres aires d'entreposage
  - g. prévoir une organisation de stockage adéquate pour les matières premières, les produits et les déchets
  - h. utiliser un système automatique basé sur le contrôle par microprocesseur, le contrôle des vannes passantes ou les relevés de niveau de réservoir Exemples : sondes aux ultrasons, avertissements de niveau haut et interverrouillages procédé.
  - i. s'assurer que le contrôle est maintenu dans les situations d'urgence, en envisageant l'utilisation d'alarmes de conception de procédé, de déclenchement et autres aspects de régulation, par ex. des systèmes automatiques basés sur un contrôle par microprocesseur et un contrôle de vanne passante ou des relevés de niveaux de réservoir tels que des jauges aux ultrasons, des avertissements de niveau haut, des interverrouillages procédé et des paramètres de procédé
  - j. documenter les mesures de contrôle en place, avec l'évaluation de ces mesures et décision sur leur adéquation
  - k. mettre en place des techniques de contrôle appropriées pour limiter les conséquences d'un accident, telles qu'un équipement de déversement d'huile, l'isolation des drains, avertir les autorités concernées et prévoir des procédures d'évacuation.
  - l. appliquer des techniques de prévention appropriées telles que les barrières adaptées pour éviter d'endommager l'équipement à la suite du mouvement des véhicules (voir Section 4.1.4.6)
  - m. prévoir un confinement approprié, par ex. merlons et bacs de récupération, confinement des bâtiments (voir Section 4.1.4.4)
  - n. techniques et procédures pour éviter le débordement des réservoirs de stockage (liquide ou poudre), par ex. mesures de niveau, alarmes de niveau haut indépendantes, coupure de niveau haut et mesure par lots fractionnés (voir Section 4.1.4.1)



- o. tenir un journal d'installation à jour et y consigner tous les incidents, quasi-incidents et modifications apportées aux procédures, les événements anormaux et les conclusions des inspections d'entretien. Les fuites, déversements et accidents peuvent être consignés dans le journal du site. L'incident et la réaction permettent ensuite d'estimer les déversements notifiables pour le rapport annuel.
- p. évaluer des procédures en vue d'identifier, de réagir et de tirer les leçons de tels incidents
- q. identifier les rôles et les responsabilités du personnel impliqué dans la gestion des accidents. Parallèlement, des directives claires doivent indiquer comment gérer les scénarii d'accidents, par exemple confinement ou dispersion, éteindre les incendies ou les laisser brûler.
- r. procédures pour éviter que des incidents n'interviennent à la suite d'une mauvaise communication entre le personnel d'exploitation lors des changements d'équipe et à la suite d'opérations d'entretien ou autres travaux d'ingénierie
- s. identifier et répondre aux besoins en matière de formation du personnel si besoin.
- t. les systèmes déjà utilisés pour la prévention des émissions fugitives sont en général également applicables aux systèmes de drainage (voir également Section 4.1.3.6) :
  - des procédures doivent s'assurer que la composition du contenu d'une fosse de merlon ou d'une fosse connectée à un système de drainage est contrôlé avant traitement ou élimination
  - les puisards pour le drainage doivent être équipés d'une alarme de niveau haut ou d'un capteur avec une pompe qui envoie dans le stockage adapté (non dans le rejet)
  - un système doit s'assurer que les niveaux dans les puisards sont à tout moment maintenus au minimum
  - les alarmes de niveau haut, etc. ne doivent pas être utilisées comme première méthode de contrôle de niveau.
- u. vérifier que les eaux de procédé, les eaux de drainage du site, l'eau de lutte incendie d'urgence, les eaux contaminées chimiquement et les déversements de produits chimiques sont, le cas échéant, contenus et, si besoin, acheminés vers un système d'effluent doté d'un dispositif permettant de contenir les urgences et les écoulements d'eaux fluviales et traités avant envoi vers les eaux contrôlées ou les égouts. Prévoir un stockage suffisant pour s'assurer qu'il peut y être fait face. Prévoir également des procédures d'urgence en cas de déversement pour minimiser les risques d'une émission accidentelle de matières premières, de produits et déchets et éviter qu'ils ne pénètrent dans l'eau. Tout système de collecte d'eau incendie d'urgence doit également tenir compte des écoulements d'eau incendie supplémentaires ou des mousses de lutte incendie. Des étangs de stockage de secours peuvent être nécessaires pour éviter que les eaux incendie contaminées n'atteignent les eaux contrôlées (voir également Section 4.1.3.6) :
- v. **appliquer les mêmes normes lors de l'entretien et des tests que pour les installations principales ou les installations de secours**
- w. envisager et, par conséquent, si besoin, planifier la possibilité du confinement ou de la réduction des émissions supplémentaires issues des mises à l'atmosphère et des soupapes de sûreté/risques de rupture. Lorsque cela n'est pas conseillé pour des raisons de sécurité, l'attention doit porter sur la réduction de la probabilité de l'émission.
- x. appliquer des procédures et des mesures adaptées, par exemple stockage de certains types de déchets dangereux pouvant nécessiter des alarmes automatiques et éventuellement des aspersoirs. L'installation doit prévoir une alimentation en eau adéquate pour éteindre les incendies ainsi que la capacité de collecter et de stocker les ruissellements d'eau incendie. Le stockage ou le traitement de tout déchet réactif à l'eau nécessite un autre type de système de protection incendie.
- y. mettre en place des procédures d'arrêt sûres
- z. établir des voies de communication avec les autorités concernées et les services d'urgence avant et en cas d'accident. Les procédures post-accident doivent inclure une évaluation des dommages qui peuvent être causés et des mesures doivent être développées pour y remédier
- aa. avoir en place des mesures de sécurité suffisantes, y compris du personnel, pour prévenir la pénétration de vandales et d'intrus indésirables qui peuvent être exposés au contact avec les déchets ou endommager l'équipement ou faire du déversement illicite. La plupart des installations utilisent une combinaison de gardes de sécurité, d'enceintes totales (en général avec des barrières), de points



- d'entrée contrôlés, d'éclairage, de panneaux d'avertissement adéquats et une surveillance 24/24h. En général, les gardes gèrent également la guérite où ils empêchent l'accès des camions non programmés et surveillent l'arrivée de visiteurs
- bb. avoir en place et suivre un système d'inspection contenant une liste d'éléments à inspecter, un calendrier et les problèmes typiques que l'on peut rencontrer. L'inspection doit examiner l'équipement procédé, les aires d'entreposage, l'équipement de secours, l'équipement de surveillance et les dispositifs de sécurité. L'inspection doit essentiellement porter sur les dysfonctionnements des équipements, les détériorations structurelles, les erreurs des opérateurs et les déchargements qui peuvent entraîner le dégagement d'éléments constitutifs de déchets dangereux.
  - cc. désigner un employé sur le site en qualité de coordinateur d'urgence qui prend la direction de la responsabilité pour la mise en œuvre du plan. Il est important que l'installation offre une formation à ses employés pour qu'ils s'acquittent de leur charge de manière efficace et sûre afin que le personnel soit à même de réagir à une urgence.
  - dd. avoir en place un système de protection contre les explosions et les incendies contenant de l'équipement de prévention et de détection et de l'équipement d'extinction.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les risques pour l'environnement les plus significatifs associés aux opérations de traitement des déchets proviennent du stockage de déchets dangereux, des émissions résultant de déchets qui réagissent les uns avec les autres à la suite de fuites ou de déversements ou de procédés de traitement qui ne sont plus contrôlés.

La combinaison d'équipement inapproprié et de mauvaises procédures d'inspection et de maintenance peut également augmenter les risques d'accident par le biais, par exemple, de situations de débordement de réservoirs lorsque les indicateurs de niveau ne fonctionnent pas ou n'ont pas été correctement étalonnés.

Les fuites, les déversements et les accidents peuvent intervenir sur tous les sites. Selon une station de transfert il y a un risque de rupture accidentelle d'un fût tous les trimestres. La technique « o » (voir section description ci-dessus) aide les opérateurs à comprendre les problèmes opérationnels afin qu'ils mettent en place des mesures en vue de prévenir ou réduire leur probabilité d'intervention.

### **Effets multimiliieux**

Non connu.

### **Données opérationnelles**

La technique « o » (Voir section Description ci-dessus) est, en règle générale, un système basé sur ordinateur.

### **Applicabilité**

Certaines des techniques sont spécifiques au secteur du traitement des déchets, mais d'autres sont très générales. D'autres sont réservées au traitement des déchets dangereux.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Principalement pour des motifs de santé et sécurité (réduction des accidents). La technique « bb » de la section description ci-dessus est une exigence de base de la Directive EC 75/442 Article 9.

### **Installations type**

Ces techniques sont des procédures standard appliquées dans tous les types d'installations de traitement de déchets. Toutefois, les installations de traitement des déchets utilisent en général un système à commande manuelle.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

### 4.1.8 Techniques visant à réduire le bruit et les vibrations

#### Description

En général, un plan de gestion du bruit fait partie du système de management environnemental (Système de management environnemental en Section 4.1.2.8). Un tel plan normalement :

- a. décrit les principales sources de bruit et de vibration (y compris les sources non fréquentes) ainsi que les emplacements sensibles au bruit les plus proches. Cette description couvre les informations suivantes pour chaque source principale de bruit et de vibration à l'intérieur de l'installation :
  - la source et son emplacement sur un plan à l'échelle du site.
  - s'il s'agit d'un bruit ou de vibrations continus /intermittents, fixes ou mobiles.
  - les heures de fonctionnement
  - une description des bruits ou des vibrations, par ex. claquement, sirènement, souffle, cri, ronflement, claquements, cliquetis, coups sourds ou éléments tonaux
  - sa contribution au total des émissions de bruit du site, par ex. élevé, moyen ou faible sauf si des données d'appui sont disponibles
- b. donne également les informations ci-dessus pour l'intervention de sources de bruit et de vibration peu fréquentes (par exemple les opérations saisonnières/peu fréquentes, activités de nettoyage/entretien, transport/collecte/livraisons sur site ou activités en dehors des heures ouvrables, alternateur ou pompes de secours et test des alarmes)
- c. détaille les études de bruits appropriées, les mesures, les investigations (ce qui peut impliquer des évaluations détaillées des niveaux de puissance sonore pour des éléments individuels de l'installation) ; une modélisation peut être nécessaire pour les installations nouvelles ou existantes en tenant compte du potentiel de problèmes sonores.

S'en tenir au plan « de bruit et de vibration » encourage les opérateurs à :

- d. entretenir de manière adéquate toutes les pièces de l'installation ou de l'équipement dont la détérioration peut entraîner une augmentation du bruit (par ex. entretien des paliers, des installations de manipulation de l'air et des tissus de la construction ainsi que des mesures d'atténuation de bruit spécifiques associées à l'installation, à l'équipement ou aux machines)
- e. enclore les activités/secteurs bruyants à l'intérieur des bâtiments.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduction des niveaux sonores générés par l'installation.

#### Applicabilité

Il convient d'adopter une approche guidée par le bon sens pour déterminer les sources à inclure. Celles qui doivent être prises en compte sont celles qui ont un impact sur les nuisances environnementales ; par exemple, une petite unité peut provoquer un problème de bruit occupationnel dans un espace clos sans pour autant devenir un problème environnemental. A l'inverse, une unité importante ou un certain nombre d'unités plus petites abritées à l'intérieur d'un bâtiment, ne provoqueront une nuisance que si les portes sont ouvertes. On doit également rappeler que certains bruits, qui ne se remarquent pas particulièrement dans la journée peuvent devenir beaucoup plus gênants la nuit.

#### Agent moteur pour la mise en œuvre

Une réduction du bruit et des vibrations.

## Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [150, TWG, 2004]

### 4.1.9 Techniques pour le déclasséement

#### Description

Afin de réduire les problèmes de déclasséement et tous les impacts environnementaux associés, certaines techniques proposent :

- a. d'aborder le déclasséement à la phase de conception, établissant par là même des plans adaptés afin de réduire les risques au cours du déclasséement ultérieur
- b. pour des installations existantes, lorsque des problèmes potentiels sont identifiés, mettre en place un programme d'améliorations de conception. Ces améliorations doivent s'assurer que :
  - les réservoirs et les conduites souterraines sont évités. Si pour des raisons économiques il n'est pas possible de les remplacer, les opérateurs doivent alors les protéger par un confinement secondaire ou par un programme de surveillance adéquat.
  - des dispositions sont prises pour nettoyer et drainer les réservoirs et les canalisations avant de les démonter
  - les étangs et les lieux d'enfouissement ont été conçus en tenant compte de leur nettoyage éventuel
  - l'isolation prévue peut facilement se démonter sans générer de poussière ni de dangers
  - tous les produits utilisés sont recyclables (en tenant compte des objectifs d'exploitation et autres objectifs environnementaux).
- c. maintenir un plan de fermeture du site afin de démontrer que, en l'état actuel, l'installation peut être déclassée pour éviter tout risque de pollution et remettre le site dans un état satisfaisant. Le plan doit être actualisé au fur et à mesure que des changements importants interviennent. Toutefois, même dans une phase précoce, le plan de fermeture doit comporter des informations détaillées sur :
  - la dépose ou le rinçage des canalisations et des réservoirs, le cas échéant et le vidage complet de tout contenu potentiellement dangereux
  - les plans couvrant toutes les canalisations et les réservoirs souterrains
  - la méthode et les ressources nécessaires pour dégager les étangs
  - la méthode de fermeture de toute décharge sur site
  - l'élimination de l'amiante ou de toutes autres matières potentiellement dangereuses, sauf s'il a été convenu que l'on peut raisonnablement laisser ces responsabilités aux futurs propriétaires
  - les méthodes pour démonter les bâtiments et autres structures, pour la protection des eaux de surface et des eaux souterraines sur les sites de construction et de démolition
  - les tests du terrain nécessaires en vue d'évaluer le degré de pollution provoqué par les activités du site et les informations sur ce qui est nécessaire pour tout assainissement en vue de ramener le site à un état satisfaisant tel que défini dans le rapport initial sur le site
- d. décrire les mesures proposées, lors de la cessation définitive d'activité, afin d'éviter tout risque de pollution et de ramener le site d'exploitation à un état satisfaisant (y compris, le cas échéant, mesures relatives à la construction et à la conception de l'installation)
- e. décrire les plans pour l'enlèvement des résidus déposés, des déchets et de toute contamination résultant des activités de traitement des déchets
- f. s'assurer que l'installation et l'équipement retirés de l'exploitation sont décontaminés et retirés du site.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Prévient les problèmes environnementaux en cours de déclasséement.

#### Applicabilité

Les techniques mentionnées ici sont applicables au fonctionnement de l'installation durant toute sa durée de vie, aux phases de conception et de construction des activités et à la clôture du site.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

La technique « e » (voir section description ci-dessus) est obligatoire pour la réglementation actuelle sur les déchets de l'Union européenne.

### **Installations type**

Le déclassement d'installations complètes ou de parties de ces dernières est fréquent dans le secteur.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [116, Irish EPA, 2003], [150, TWG, 2004]

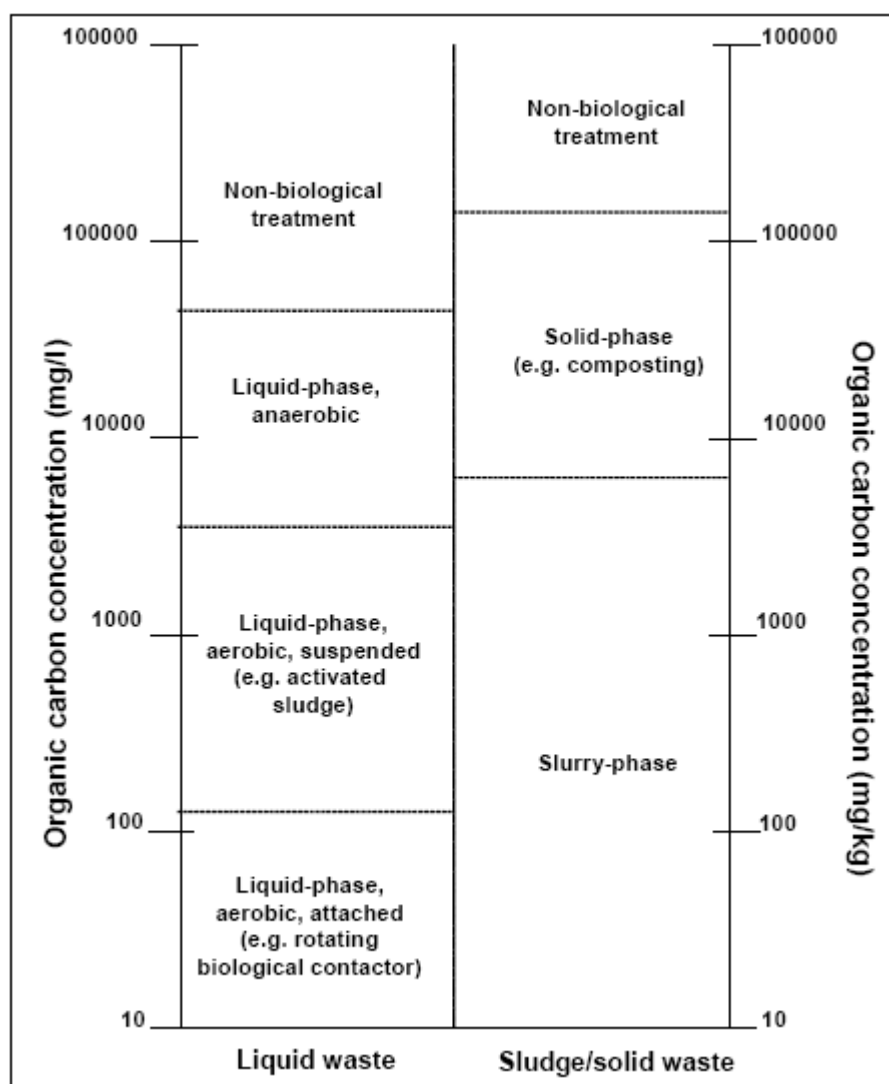
## **4.2 Techniques à prendre en compte dans les traitements biologiques**

Cette section présente les techniques prises en compte pour avoir de bonnes performances d'exploitation environnementales (par ex. utilisation d'un bon système énergétique) ou qui peuvent aider à atteindre de bonnes performances environnementales (par ex. systèmes de management environnementaux). Ces techniques sont appliquées avec des traitements biologiques utilisés en règle générale dans le cadre d'un traitement global des déchets. Les traitements biologiques des eaux résiduaires sont couverts en Section 4.7.

### **4.2.1 Sélection du traitement biologique approprié**

#### **Description**

L'aptitude à fournir un bon contact entre les éléments constitutifs organiques des déchets et la population microbienne est un facteur technique essentiel pour la sélection du système approprié. Cette aptitude dépend principalement de l'état des déchets et de leur concentration. La Figure 4.2. présente un schéma approximatif du système proposant la plus grande capacité en fonction de ces deux variables.



Organic carbon concentration	Concentration en charbon organique
Non biological treatment	Traitement non-biologique
Liquid-phase, anaerobic	Phase liquide, anaérobie
Liquid-phase, aerobic, suspended (e.g. activated sludge)	Phase liquide, aérobie, suspendue (par ex boues d'épuration activées)
Liquid-phase, aerobic, attached (eg. Rotating biological contactor )	Phase liquide, aérobie, attachée (par ex. contacteur biologique rotatif)
Non-biological treatment	Traitement non-biologique
Solid-phase –e.g. composting)	Phase solide (par ex. compostage)
Slurry(phase	phase boueuse
Sludge/solid waste	Déchets boueux/solides
Organic carbon concentration	Concentration en charbon organique

**Figure 4.2 : Sélection d'un système de traitement biologique approprié en fonction de la concentration et de la forme des déchets**  
[53, LaGrega et al., 1994]

Par ailleurs, des bioréacteurs entièrement clos ou encapsulés aident à mieux maîtriser le traitement biologique et à éviter les émissions fugitives (par ex. COV, odeurs, poussière).

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Le choix du traitement biologique approprié aux déchets à traiter aide à éviter des problèmes opérationnels et à tirer le meilleur parti des déchets (par ex. utilisation en qualité de combustible).

### **Données opérationnelles**

La distribution uniforme des éléments nutritifs et de l'humidité des déchets à traiter (homogénéité) ainsi que la disponibilité du traitement retenu sont des éléments importants du système biologique sélectionné à prendre en compte.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

La hiérarchie des déchets peut donner certaines orientations sur le type de traitements à utiliser. Toutefois, appliquer la hiérarchie des déchets sans l'étayer par une bonne analyse, peut se traduire par des résultats erronés. Dans le cas du traitement des boues d'épuration en raison de la faible teneur en énergie des boues d'épuration traitées biologiquement comparées aux boues d'épuration séchées thermiquement, pour différents déchets une bonne option peut être de sélectionner la digestion anaérobie et le séchage thermique et/ou l'incinération.

### **Références bibliographiques**

[53, LaGrega, et al., 1994], [150, TGW, 2004]

## **4.2.2 Techniques de stockage et de manipulation spécifiques pour les traitements biologiques**

### **Description**

Certaines techniques liées aux techniques de stockage et de manipulations des traitements des déchets biologiques sont répertoriées ci-dessous :

- a. prévoir des fosses de réception ou des réservoirs d'égalisation
- b. abriter et équiper les installations de traitement des déchets (y compris l'aire et la fosse d'acceptation), les installations de traitement et de stockage mécanique et toutes les phases du traitement biologique) d'un dispositif de collecte de l'air d'échappement (contenant de la poussière, des COT, de l'ammoniac, des odeurs, des germes) et, le cas échéant, d'une installation d'élimination. Des renouvellements d'air de trois à quatre fois par heure sont communs
- c. purifier l'air d'échappement ou le réutiliser, par exemple, en qualité d'air d'alimentation pour la dégradation biologique
- d. maintenir la pollution de l'air d'échappement à des niveaux bas :
  - en évitant les voies de circulation traversant l'aire de livraison
  - en utilisant des surfaces et un équipement de travail faciles à nettoyer
  - en réduisant le délai du stockage des déchets dans l'aire de livraison
  - en nettoyant régulièrement le sol du hall avec une machine de balayage et d'aspiration appropriée ou un aspirateur industriel

- en nettoyant les pare-soleil, les convoyeurs à bandes et autres équipements au moins une fois par semaine.
- e. utiliser une combinaison de portes à action rapide et automatisée avec des installations dites à « rideau d'air » qui, en pratique, peuvent également servir de verrouillage, les temps d'ouverture des portes étant ramenés au minimum. L'insertion de portes à jalousies sur galet à commande par capteurs ou de volets rabattables peut y contribuer ainsi que le dimensionnement suffisamment généreux de l'aire de manœuvre à l'avant du hall. La discipline du personnel du hall et du parc de véhicules est tout aussi importante pour obtenir une réduction du délai d'ouverture des portes. Il faut également veiller à ce qu'un entretien suffisant des portes soit assuré et insister pour un bon fonctionnement. L'installation d'un rideau d'air crée un rideau d'air environnant à l'ouverture de portes qui empêche la pénétration d'air à partir du hall. Dans le cas de fosses enterrées que les véhicules approchent en marche arrière et dans lesquelles ils basculent leur chargement, l'installation d'un rideau enveloppant le véhicule derrière la porte peut minimiser, autant que faire se peut, les échanges d'air durant le déchargement.
- f. fermer les fosses d'alimentation construites avec un sas pour véhicules ; dans les entrepôts ouverts et durant le déchargement des véhicules de déchets, le gaz résiduaire de la fosse est retiré par aspiration et envoyé dans une installation de traitement des gaz résiduaires.

Par ailleurs, durant le stockage et les manipulations, les mesures suivantes permettent de réduire le dégagement de poussière :

- g. déposer les poussières par le biais de systèmes de désembuage, même si cela n'est pas obligatoire
- h. recourir à l'aspiration vers des sources d'extraction ponctuelles et l'air du hangar, avec dépoussiérage ultérieur
- i. couvrir le convoyeur à bande
- j. prévenir ou réduire les hauteurs de chute importantes aux transmissions inter-bandes
- k. utiliser des agrégats de dilacération à action lente
- l. nettoyer régulièrement les aires d'agrégats, les sols des hangars et les voies de circulation
- m. utiliser une installation de nettoyage des pneus pour éviter la dispersion des déchets par les véhicules dans les zones extérieures à l'installation.

Par ailleurs, on doit tout faire pour éviter la décomposition anaérobie dans le stockage des déchets provenant d'une station de transport/d'un site d'agrément municipal comportant d'importantes quantités d'herbe tondue pendant les périodes humides chaudes. En règle générale, l'herbe a une forte teneur en humidité, s'emmêle et empêche la pénétration d'oxygène. Si les déchets sont ensuite empilés dans une station de transfert pendant un jour ou plus, puis regroupés dans un conteneur et stockés en tas par temps humide, des conditions anaérobies se formeront. Une autre possibilité de pénétration d'humidité se fait par le biais d'andains non protégés après un temps humide prolongé provoquant l'interruption de la décomposition aérobie, ces derniers doivent donc être protégés ou couverts de manière adéquate.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Il est important dans les systèmes de biotraitement de déchets liquides que l'écoulement du substrat soit relativement constant pour maintenir un bon fonctionnement ; sinon il y a un risque d'émissions non prévues. Certaines techniques portent essentiellement sur la prévention des émissions dans l'air. Ainsi, les augmentations de température dans les tas de déchets contenant des matières organiques dues à une augmentation de l'activité biologiques peuvent intervenir assez rapidement et peuvent se traduire par des émissions dans l'air (C total, odeurs).

Comme les températures sont supérieures à l'intérieur du hall, en hiver, un profil d'écoulement d'air se développe aux portes du hall, l'air chaud quittant le hall dans la partie supérieure de l'ouverture et l'air froid pénétrant par le bas.



Les déchets résiduels peuvent contenir des quantités importantes de particules sous forme de petits grains. On peut donc s'attendre à des émissions considérables de poussière dans le bunker à la suite des processus de déversement et de chargement avec des outils mobiles qui devraient être déposés ou retirés aussi près que possible de la source.

### Données opérationnelles

Les aires d'entreposage sont en général remplies à partir de camions citernes ou à partir d'un tuyau raccordé à la source.

### Applicabilité

En raison de l'éventail large des procédures de traitement biologique couvertes ici, ainsi que des types de déchets (par ex. contenant des composants volatils, les odeurs), certaines techniques peuvent ne pas être applicables à certains traitements biologiques (par ex. boues activées, étangs aérés, traitements biomécaniques, biorémediation in-situ, terrains et boues contaminés par de l'huile, production de biogaz à utiliser en tant que combustible,...). On trouvera ci-après certaines exceptions d'applicabilité identifiées dans les techniques ci-dessous qui ont été répertoriées dans la section description ci-dessus :

- la technique « b » pour les dernières étapes du traitement biologique ou après traitement
- la technique « e » est en général appliquée aux déchets de manière qu'aucune odeur ne soit émise
- la technique « f » est en général appliquée à des déchets avec forte odeur.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Remarque concernant la technique « b » de la section description ci-dessus, selon la loi régionale italienne, trois ou quatre renouvellements d'air sont nécessaires là où les opérateurs interviennent. Dans les secteurs où les opérateurs n'interviennent pas, deux renouvellements par heure sont en général appliqués. La technique « f » est assortie d'une exigence spéciale de TA Luft pour les installations de fermentation et d'une disposition générale de la réglementation allemande 30 BImSchV. La technique « m » est également une disposition générale de la réglementation allemande 30 BImSchV.

### Références bibliographiques

[56, Babbie Group Ltd, 2002], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.2.3 Sélection de la charge de départ pour les systèmes biologiques

### Description

Quelques éléments à prendre en compte :

- a. limiter la pénétration dans les processus biologiques de substances qui ne sont pas soumises à un traitement avantageux telles que les métaux toxiques. Ainsi, certains traitements mécaniques peuvent aider à réaliser ces limites
- b. l'ajout d'eaux usées à la fraction organique des ordures ménagères augmente le niveau des éléments nutritifs tout en augmentant la teneur en humidité. Les déchets industriels organiques, les déchets des traitements alimentaires et les déchets agricoles sont d'autres déchets qui peuvent également s'avérer avantageux.
- c. si le processus lui-même est un élément important, c'est la qualité de la charge de départ qui a sans doute le plus fort impact, il est donc vital d'en optimiser la qualité. Ici, les types de déchets admissibles et les processus de séparation jouent tous deux un rôle important. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :
  - maintenir un bon équilibre de la teneur en éléments nutritifs (par ex. teneur en azote en fonction de la teneur en carbone).

- réduire la présence de produits toxiques et non désirés (y compris métaux lourds, pathogènes et matières inertes)
  - ne pas oublier que tout élément non-biodégradable introduit dans un digesteur anaérobie qui n'est pas affecté par le procédé occupe de l'espace inutile. Pour optimiser l'avantage de cette technique (tant sur le plan environnemental qu'économique) et minimiser le coût, il est important de réduire la présence de ces composants dans la charge de départ de digestion anaérobie.
- d. ne pas mélanger différents types de déchets tant qu'on ignore si cela est approprié. Voir Section 4.1.5
- e. tirer de manière continue les leçons de l'influence des caractéristiques des déchets sur les réglages opérationnels sous forme d'agrégats, de débit massiques, de volumes, de variables de dégradation biologique (par ex. température, CO<sub>2</sub>) ainsi que d'émissions mesurées (gazeuses) (par ex. utiliser les données d'émission acquises en continu (gaz brut et/ou gaz propre), COV, méthane pour l'ajustement des réglages, c'est-à-dire le contrôle automatique des processus biologiques).

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Évite que les composés toxiques ne pénètrent dans les systèmes biologiques, c'est-à-dire toxiques en termes de réduction de l'activité biologique. Un bon équilibre de teneur en éléments nutritifs permet d'éviter les émissions, par exemple de composés azotés.

Si les éléments non actifs sur le plan biologique de la charge de départ sont séparés de la charge de départ, ce type de flux peut facilement être réutilisé ou recyclé (par ex. verre, métaux).

#### **Effets multimiliers**

L'ajout de boues d'épuration à la fraction organique des déchets solides municipaux peut avoir des effets néfastes sur le traitement biologique lui-même, la qualité du gaz d'échappement qui est généré durant le traitement biologique ou la qualité des déchets SORTANTS.

#### **Données opérationnelles**

La technique « c » (voir section description ci-dessus) fait appel à un séchage biologique intégral des déchets municipaux car, en général, la présence de plastiques et d'autres matériaux non-biodégradables peut représenter un avantage pour l'aération, évitant la formation de zones anaérobies, et réduisant ainsi les émissions.

#### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

## **4.2.4 Techniques génériques pour la digestion anaérobie**

### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. avoir une forte intégration entre la gestion des déchets et la gestion de l'eau. Ceci peut aider à des développements futurs et permettre d'introduire des améliorations et de collecter des données
- b. recycler la quantité maximale d'eau résiduaire vers le réacteur afin de faciliter toute conversion en biogaz de matières organiques dissoutes

- c. faire fonctionner le système dans des conditions de digestion thermophile afin d'augmenter la destruction pathogène, le taux de production de biogaz (et donc améliorer la récupération d'énergie) et le temps de rétention
- d. mesurer les niveaux de COT, DCO, N, P et Cl dans les flux d'entrée et de sortie, afin d'équilibrer les alimentations et d'assurer une bonne production de méthane.
- e. contrôler les paramètres pertinents dans l'eau de digestion, les résidus de digestion et les eaux résiduaires à intervalles réguliers afin d'assurer un bon fonctionnement de l'installation
- f. construire des fosses d'alimentation fermées avec un sas pour les véhicules. Dans les entrepôts ouverts et pendant le déchargement des véhicules de transport de déchets, le gaz résiduaire de la fosse doit être retiré par aspiration et envoyé dans une installation de traitement de gaz résiduaire.
- g. disposer d'un espace adéquat particulièrement pour l'aire de stockage en fonction des estimations d'utilisation mensuelles
- h. concevoir, construire et exploiter l'installation afin de prévenir la contamination du sol par les eaux résiduaires
- i. ne réutiliser les vapeurs d'eau condensées provenant de la ventilation des andains (processus de maturation) et de l'eau accumulée que dans le cas de traitement de digestion aérobie ouvert afin d'humidifier les déchets solides et lorsqu'il est possible d'éviter les nuisances olfactives.

Même si les systèmes anaérobies peuvent être exploités en différentes phases en vue de réduire le DCO global dans les effluents, ils sont en général exploités pour obtenir une production de méthane efficace et les effluents liquides tendent à être plus concentrés que les effluents issus des systèmes aérobies et exigent une phase de traitement final aérobie. Ceci peut se faire par le biais d'une évacuation vers des égouts ou par le biais d'une seconde phase dans le procédé sur site.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Augmente l'efficacité de la digestion anaérobie et permet d'avoir une meilleure utilisation de ses produits. La réduction de la quantité de matières toxiques potentielles est également un élément important pour la qualité du produit final. Les systèmes anaérobies sont efficaces pour décomposer les hydrocarbures alicycliques (par exemple, phénols) et générer du méthane qui peut être utilisé en tant que combustible. Toutefois, les composés dérivés de la décomposition anaérobie d'hydrocarbures alicycliques (par ex. xénobiotiques) ne peuvent pas tous être minéralisés dans des conditions anaérobies. Les étapes de traitement anaérobie doivent par conséquent être suivies par une phase de dégradation aérobie ultérieure afin d'amener la matière organique à une minéralisation totale.

Le traitement anaérobie peut permettre d'obtenir des émissions d'odeur de 500 à 1 000 GE/m<sup>3</sup> en utilisant une combinaison appropriée de biofiltres et de laveurs si la teneur en NH<sub>3</sub> est supérieure à 30 mg/Nm<sup>3</sup>.

### **Effets multimiliieux**

L'utilisation de boues dans la digestion anaérobie doit se décider au cas par cas ; en effet, en raison de la concentration en métaux lourds dans les boues, l'opérateur peut avoir des difficultés à satisfaire les valeurs limites fixes des produits de compostage de qualité en vigueur dans certains pays de l'Union européenne.

### **Données opérationnelles**

Le degré élevé de souplesse associé à la digestion anaérobie est revendiqué comme l'un des avantages les plus importants de la méthode car il peut traiter plusieurs types de déchets, des déchets humides aux déchets secs et de déchets organiques propres aux déchets gris. L'adéquation de cette méthode aux matières très humides, par exemple, est un facteur important dans les scénarii où les déchets alimentaires séparés par source ne peuvent pas être mélangés avec des quantités suffisantes d'agents gonflants tels que du résidu de jardin (à savoir, des déchets provenant de nombreux secteurs métropolitains).

Les systèmes biologiques anaérobies sont sensibles aux composés chlorés et sulfurés, aux fluctuations de pH et de température et peuvent exiger une phase de pré-acidification.

Le recyclage de l'eau résiduaire (technique « b » dans la section description ci-dessus) peut se traduire par une augmentation de la concentration des produits toxiques/inhibants qui peut avoir des effets négatifs sur le traitement biologique.

Les conditions de digestion thermophile (technique « c » dans la section description ci-dessus) peuvent ne pas être utiles ni possibles pour toutes les applications (par ex. les adaptations des communautés de micro-organismes à la dégradation des composés aromatiques chlorés, la déchloration de xénobiotiques ne peuvent ne pas être obtenus dans des conditions thermophiles, aucune population microbienne thermophile ne peut être adaptée aux produits à traiter).

Dans certaines circonstances, il est nécessaire de contrôler à des intervalles réguliers les paramètres pertinents dans l'eau de digestion, les résidus de digestion et les eaux résiduaires afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation (technique « d » dans la section description ci-dessus). Les paramètres mentionnés ne suffisent pas alors à maîtriser le procédé. En fonction de l'objectif du traitement (enfouissement, engrais), les paramètres de contrôle du produit en sortie doivent être fixés en fonction de leur future utilisation.

### **Applicabilité**

Le principal secteur de préoccupation dans la digestion anaérobie est la garantie de performances à long terme d'une installation, ce qui est bien entendu essentiel pour sa faisabilité économique. On peut réduire le risque par le biais de développements technologiques mais les frais associés peuvent affecter l'économie à court terme. La construction de nouvelles installations permettra d'approfondir les connaissances d'exploitation et d'augmenter la confiance (voir Section 4.1.2.2). La technique « e » dans la section description ci-dessus est appropriée pour réduire les émissions d'odeurs.

### **Aspects économiques**

Les frais d'investissement spécifiques sont en général nettement supérieurs à ceux de la digestion aérobie. Pour le développement futur, il serait bon d'avoir une forte intégration entre la gestion des déchets et la gestion de l'eau. Ceci réduirait les frais supplémentaires liés à l'évacuation des eaux en excès issues de la digestion anaérobie dans une station d'épuration. Toutefois, en réalité, cela n'intervient que rarement en Europe où, la plupart du temps, les services des eaux sont impliqués dans le procédé.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Une meilleure gestion du procédé et des exigences de la Directive sur les décharges. Les techniques « e » à « h » de la section description ci-dessus concernent les exigences des réglementations allemandes TA Luft et la technique « e » est nécessaire pour la réduction des odeurs.

### **Installations type**

Cette méthode de traitement est relativement rare à l'heure actuelle (elle n'entre dans les stratégies de gestion de déchets que dans quatre pays, l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique et le Danemark, même si l'on peut trouver certaines applications dans des déchets mixtes ou résiduels en France, en Espagne et en Italie ; on sait également qu'une installation à petite échelle est également opérationnelle au Royaume-Uni). Des développements récents dans les programmes de séparation des sources en Italie et en Espagne ouvrent un avenir optimiste pour la disponibilité future d'une charge de départ de qualité.

Il est également bon de mentionner que la digestion anaérobie affiche une croissance des plus rapides en Europe et en Espagne, grâce aux financements publics des installations par le biais de programmes de l'Union européenne. Ce financement réduit les frais de gestion globaux car l'amortissement est l'un des premiers facteurs de coûts.

### **Références bibliographiques**

[33, ETSU, 1998], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [114, UBA, 2001], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

### 4.2.5 Augmentation du temps de rétention dans les procédés de digestion anaérobie

#### Description

Permet au digestat de passer plus de temps dans des conditions de dégradation.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

L'augmentation du temps de rétention améliore la biodégradation, les digestats sont donc de meilleure qualité et la production de biogaz augmente. Une température suffisamment élevée et un temps de rétention suffisamment long permettent d'assurer la maturation de la matière, exempte de bactéries et de graines pathogènes et de réduire l'émission d'odeurs.

#### Effets multimiliieux

Les avantages doivent être mis en regard d'un éventuel taux de chargement inférieur, ce qui réduit le débit et par conséquent augmente le coût économique par tonne traitée.

#### Applicabilité

L'augmentation de la production de biogaz a en général un effet sur la qualité du digestat et du biogaz. Il faut ensuite procéder à une optimisation de la quantité de biogaz, de la qualité du biogaz et de la qualité du digestat.

#### Références bibliographiques

[59, Hogg et al., 2002], [150, TWG, 2004]

### 4.2.6 Techniques pour la réduction des émissions lorsque le biogaz est utilisé en tant que combustible

#### Description

Le biogaz provenant du fermenteur est déshumidifié et les particules solides sont éliminées avant qu'il ne soit utilisé comme combustible par un utilisateur externe ou pour une utilisation interne. Le biogaz peut être utilisé dans les moteurs à gaz, par ex. des centrales thermiques en montage-bloc avec chauffage à distance, des chaudières à gaz, des véhicules ou dans d'autres utilisations telles que les combustibles pour les techniques de réduction par oxydation thermique des rejets de COV. On peut suivre deux types de techniques d'émission. Le premier type concerne le nettoyage du biogaz avant de l'utiliser afin de réduire les émissions après sa combustion et pour l'autre, il s'agit de réduire les émissions après la combustion du biogaz. Les deux types de techniques sont abordés ici. Exemples de mesures spécifiques :

- réduction des émissions de sulfure d'hydrogène en lavant le biogaz avec des sels de fer, en ajoutant ces sels de fer dans le digesteur ou par oxydation biologique avec ajout contrôlé d'oxygène
- utilisation de la réduction catalytique sélective (SCR) (Section 4.6.21) pour réduire le  $\text{NO}_x$
- utilisation d'une unité d'oxydation thermique pour réduire l'oxyde de carbone et les hydrocarbures
- utilisation de la filtration sur charbon actif
- prévision de stockage de biogaz et d'une torche de secours pour ces centrales.

Il est à noter que lors du brûlage à la torche de tout biogaz qui ne peut pas être utilisé sur site ou valorisé à la qualité de gaz naturel, la température de sortie de l'effluent gazeux doit être d'au moins 900 °C et la durée de séjour de 0,3 s. La concentration cible maximale de composés sulfurés dans le biogaz est de 50 ppm, soit une efficacité d'élimination d'au moins 98 %.

Exemples de procédures de réduction qui peuvent intervenir dans une phase de traitement séparée : les procédés de lavage biologique (oxydation biologique du sulfure en soufre ou acide sulfurique), lavage du

gaz avec de l'eau ou des solvants organiques, filtres secs composés, par ex., de minéral de fer et adsorption, par ex. sur charbon actif.

Certaines directives pour les grandes installations de combustion importantes utilisant du biogaz ont été répertoriées dans le BREF sur les grandes installations de combustion (LCP).

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Paramètre	Biogaz	Gaz d'échappement
AOX	<150	
Oxyde de carbone		100 à 650 <sup>1</sup>
Poussière		<10 à 50
NO <sub>x</sub>		100 à 500 <sup>2</sup>
H <sub>2</sub> S		<5
HC1		<10 à 30
HF		<2 à 5
Hydrocarbures		<50 à 150
SO <sub>2</sub>		<50 à 500
Données en mg/Nm <sup>3</sup> à 5 % O <sub>2</sub>		
<sup>1</sup> lorsque l'on utilise des moteurs à étincelles avec une faible capacité thermique (par ex. <3 MWth) il peut s'avérer difficile d'obtenir une valeur de 650. On peut alors envisager 1 000 comme la meilleure valeur acceptable.		
<sup>2</sup> Lorsque l'on utilise des moteurs à injection pilote avec une faible capacité d'allumage (par ex. <3 MW) les valeurs obtenues sont de l'ordre de 1 000. La partie basse de la plage ne peut être obtenue qu'avec réduction.		

**Tableau 4.16 : Valeurs d'émission obtenues avec l'utilisation de bons moteurs et des techniques de réduction**

[54, Vrancken et al., 2001], [117, DG Env, 2001], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### Effets multimiliers

L'ajout de substances telles que des sels de fer ou de l'oxygène dans le réacteur anaérobie peut être contre-productif pour le processus de fermentation.

#### Données opérationnelles

Les convertisseurs catalytiques à oxydation (technique « a » dans la section Description ci-dessus) servent en général d'outil à court terme en raison des problèmes de corrosion qu'ils peuvent générer.

#### Applicabilité

Selon certaines informations, le nettoyage du biogaz (en dehors de l'assèchement et de l'élimination des solides) avant la génération d'énergie/chaleur dans le moteur à gaz et le nettoyage des effluents gazeux ne sont pas généralement nécessaires pour atteindre nombre des valeurs reportées dans le Tableau 4.16. Il suffit, en général, de procéder à certains réglages du moteur pour obtenir ces valeurs d'émission. La seule attente qui ressort est la co-fermentation du lisier de porc. En règle générale, il faut désulfurer le biogaz généré en raison de sa forte teneur en soufre, notamment afin de prévenir la corrosion de l'unité qui utilise le biogaz.

#### Aspects économiques

Mesures secondaires pour réduire les émissions des effluents gazeux lorsque du biogaz est utilisé en tant que combustible. N'est pas considéré comme économiquement viable, ni justifié sur le plan environnemental pour de petites installations de génération d'énergie/chaleur. Pour tenir compte d'un tel problème, en Allemagne, par exemple, des installations de moins de 3 MW<sub>th</sub> ont des valeurs de limites d'émission supérieures.

#### Agent moteur pour la mise en œuvre

Trois Etats membres au moins ont des législations réglementant les émissions en cas d'utilisation de biogaz en qualité de combustible.

#### Références bibliographiques

[54, Vrancken et al., 2001], [117, DG Env, 2001], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 4.2.7 Augmentation du rendement énergétique des alternateurs électriques et des systèmes de digestion anaérobie

#### Description

Problèmes à prendre en compte :

- pour obtenir un bon rendement énergétique, on préférera un biogaz dont la teneur en énergie est située entre 20 et 25 MJ/Nm<sup>3</sup>.
- les rendements de conversion électrique varient en fonction de l'installation de combustion. L'expérience pratique avec des moteurs à combustion à échelle réduite d'une capacité nominale inférieure à 200 kW indique un rendement de conversion électrique situé aux alentours de 25 %, des installations plus importantes (jusqu'à 17 000 kW) peuvent avoir un rendement de conversion supérieur de l'ordre de 36 %. S'il est également possible de chauffer de l'eau à partir de l'échappement du moteur, le rendement de conversion global augmente et passe à 65 - 85 %.
- l'installation de moteurs à biogaz avec des rendements supérieurs à 30 % est essentielle pour obtenir un bon rendement énergétique global.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Augmente le rendement énergétique des processus de digestion anaérobie. Les deux tableaux ci-après présentent certaines données sur la production d'énergie (Tableaux 4.16 et 4.17). Les plages qui y sont indiquées sont larges et reflètent sans doute non seulement les différences de performances entre les installations, mais également entre les apports en charge de départ.

Source	Production d'énergie nette (kWh/tonne de déchet)		
	Minimum <sup>1</sup>	Moyenne	Maximum <sup>1</sup>
1		100	
2		102	
3		110	
4	80	110	140
5	75	113	150
6	100	115	130
7	105	131	157
8	120	145	170
9	100	150	200
10		154	
11	254	273	292
<sup>1</sup> Si un seul chiffre est indiqué, la référence en question n'a pas fourni de plage			



**Tableau 4.17 : Chiffres de production d'énergie nette pouvant être obtenue dans des processus de digestion anaérobie avec un fonctionnement optimal**

[59, Hogg et al., 2002]

Paramètre	Valeur basse (kWh/t déchet)	Valeur haute (kWh/t déchet)
Rendement en biogaz	70 Nm <sup>3</sup> /t déchet	140 Nm <sup>3</sup> /t déchet
Pourcentage de méthane	55 %	60 %
Valeur calorifique du biogaz	385	840
Électricité générée (efficacité 30 %)	116	252
Électricité pour export (70% de l'électricité générée)	81	176
Chaleur récupérée pour l'option avec cogénération de chaleur et d'électricité (70 %)	189	412
Chaleur exportée pour l'option avec cogénération de chaleur et d'électricité (80 % de la chaleur récupérée)	151	329

**Tableau 4.18 : Electricité et chaleur générées avec la digestion anaérobie [59, Hogg et al., 2002]****Installations type**

Il existe de nombreux exemples d'installations de digestion anaérobie dans le monde.

**Références bibliographiques**

[59, Eklund et al., 2002]

**4.2.8 Techniques en vue d'améliorer les traitements biomécaniques****Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- réduire les émissions de particules en installant des filtres sur l'air rejeté
- réduire les émissions de composés azotés en optimisant le ratio C/N et en utilisant des laveurs pour acides
- éviter les conditions anaérobies dans les installation de traitement aérobie (lorsque les déchets manquent d'oxygène, notamment parce qu'ils sont saturés) en :
  - introduisant dans le mélange des matériaux en bois (par ex. copeaux de bois) et en maintenant la structure ouverte. Ceci aide également à réduire l'impact de l'azote en excès.
  - évitant les déchets qui ont une forte teneur en eau et des interstices limités entre les déchets pour que l'eau puisse s'écouler par gravité à travers les déchets
- contrôler l'alimentation en air en utilisant un circuit d'air stabilisé. Il est possible de réaliser un bon ajustement de l'aération en contrôlant la concentration de CO<sub>2</sub> par segments ou par des mesures en ligne de certains paramètres (par ex. O<sub>2</sub>, température, humidité, méthane, COV, CO<sub>2</sub>) de l'air d'alimentation/air d'échappement. Ceci garantit une alimentation en air suffisante, indépendamment de la composition des déchets. L'air de procédé est collecté à partir des halls, du système d'échappement, etc.
- exploiter la circulation d'air pour augmenter la concentration de composés carbonés dans l'air. Ainsi, la post-combustion thermique devient une alternative envisageable pour un filtre biologique. Dans ces conditions seulement, 2 500 à 8 000 Nm<sup>3</sup> d'air par tonne de déchets de tonnes à traiter (à mettre en rapport avec la Section 4.2.11)
- définir avec précision les spécifications de la charge de départ
- positionner avec précaution les andains pour permettre l'accès pour le formage et la rotation

- h. bien équilibrer l'eau afin de réduire la production de produits de lixiviation. prévoir un terrain ferme imperméable suffisant pour permettre les mouvements des machines afin de retourner les andains et prévoir un espace suffisant pour le drainage des produits de lixiviation collectés
- j. introduire une couche de drainage très perméable, par exemple des copeaux de bois, dans la construction des andains afin de permettre le drainage des produits de lixiviation et la circulation de l'air dans les andains
- k. prévoir des dispositions pour la collecte des produits de lixiviation avec des systèmes de recirculation afin de réinjecter les produits de lixiviation dans les andains, maintenir la teneur en humidité maximale et faciliter le traitement des produits de lixiviation
- l. traiter l'eau de condensation par tampons, bioréacteurs et ultrafiltration. L'eau résiduelle purifiée (perméat) peut ensuite être utilisée en tant qu'eau de procédé dans le circuit de refroidissement, avec évaporation dans la tour de refroidissement.
- m. utiliser comme combustible solide le gâteau de filtration généré sur les filtres à poussière du système de traitement de l'air
- n. isoler thermiquement le plafond du hall de dégradation biologique dans les processus aérobie afin de minimiser la génération de condensat
- o. recycler les eaux de procédé ou les résidus boueux du procédé de traitement aérobie afin d'éviter complètement les émissions d'eau
- p. installer, puis exploiter les systèmes de convoyeur et de stockage ainsi que l'équipement de traitement interne des eaux de procédé et des condensats de vapeur de manière à ce qu'ils ne soient pas à l'origine d'émissions (fugitives) diffuses
- q. prétraiter la charge de départ du traitement biologique afin d'optimiser le traitement biologique. Ceci peut comporter des techniques mécaniques telles que : la séparation de substances qui sont plutôt inadaptées au traitement biologique, des substances interférentes et des éléments polluants, ainsi que l'optimisation de la dégradation biologique des déchets résiduels en augmentant tant la disponibilité que l'homogénéité.
- r. contrôler les émissions dans l'air des produits organiques, des particules, de l'odeur, de l'ammoniac, du mercure, de l'oxyde nitreux ( $N_2O$ ) et des dioxines. A cet égard, certaines techniques sont mentionnées en Section 4.6.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Les installations de traitement biomécanique sont très souples. Elles peuvent être construites sur une base modulaire. Certaines des techniques ci-dessus évitent des émissions d'odeur, d'azote et de méthane.

Les procédés biologiques optimisés combinent une réduction des émissions dans l'eau et l'air durant le traitement dans l'installation de traitement. Ces procédés présentent un autre avantage pour l'environnement : les déchets pré-traités selon un procédé biomécanique se caractérisent par une réduction nette du volume, de la teneur en eau, de la formation potentielle de gaz et par une amélioration significative du comportement de lixiviation et de tassement dans les décharges. La séparation d'un flux de déchets fortement calorifique qui peut être incinéré avec récupération d'énergie est un autre avantage.

Les traitements mécaniques et physiques utilisés en qualité de pré-traitement en vue d'optimiser les conditions pour le traitement biologique ultérieur (par ex. mélange, homogénéisation, humidification) sont adaptés pour améliorer la séparation des matériaux précieux (par ex. matériaux ferreux), en inhibant les matériaux ou les produits qui ne sont pas adaptés au traitement biologique. Quelquefois, la séparation améliore plusieurs types de matériaux mentionnés ci-dessus.

Toutefois, pour la technique « c » (voir section description ci-dessus), une quantité contrôlée de conditions anaérobies obtenue dans des conditions bien régulées peut présenter un intérêt dans le traitement aérobie en raison de la production de méthane qui peut être utilisé en tant qu'entrée d'énergie pour le traitement de gaz d'échappement thermique à régénération (et si, par ailleurs, la qualité des déchets SORTANTS continue à respecter les exigences, le traitement du gaz d'échappement est optimisé et les dispositifs de sécurité (prévention des explosions et sécurité pour les employés) sont suffisants).

### Effets multimilieux

Il est possible d'éviter les émissions de COV émanant de traitements biomécaniques en raison des COV déjà présents dans les déchets ENTRANTS et des COV générés par le procédé biologique. Par conséquent, des exigences telles que l'installation de bioréacteurs dans des enceintes entièrement fermées, la collecte de l'air d'échappement et un traitement efficace de l'air d'échappement (valeurs limites pour les émissions) réduisent de telles émissions. Les systèmes aérobies (traitements biomécaniques) sont adaptés au traitement des déchets contenant des COV. Par ailleurs, les systèmes anaérobies peuvent donner des déchets correctement prétraités mais qui continuent à avoir un fort potentiel d'émissions (ammoniac et autres composés générés durant le traitement anaérobie) et une forte réactivité biologique (dans des conditions aérobies ultérieures). Par conséquent, il est en général nécessaire de combiner un traitement anaérobie (prétraitement) et un traitement aérobie.

Pour la technique « c » de la section description ci-dessus relative à l'introduction d'une quantité suffisante de matière ligneuse, les traitements biomécaniques comportent en général suffisamment de matières structurales dans la charge de départ (déchets solides municipaux). Avec l'introduction de matière ligneuse il peut s'avérer difficile de satisfaire les critères de décharge (par ex. COT).

Pour la technique « e » de la section description ci-dessus, lorsque l'air de recirculation a une forte teneur en humidité, le traitement de l'air d'échappement peut provoquer des problèmes. Il est alors nécessaire de condenser la vapeur d'eau, l'eau de condensat doit alors être traitée et le refroidissement est nécessaire pour condenser l'eau.

Pour la technique « o » de la section description ci-dessus, le traitement aérobie doit tenir compte du fait que l'accumulation de substances recyclées peut se traduire par des effets indésirables (salinisation --> effets inhibiteurs, recyclage des N-composés --> émissions supérieures dans l'air de composés N (par ex. ammoniac, oxyde nitreux).

### Données opérationnelles

Les systèmes biologiques aérobies sont en général plus robustes que les systèmes anaérobies et moins sensibles aux composés chlorés et sulfurés, aux fluctuations de pH et de température et n'exigent pas de phase de pré-acidification.

Une bonne pratique opérationnelle est de déterminer si le site reste aérobie ou non. Le maintien de conditions aérobies pour éviter des problèmes d'odeur et accélérer les taux de digestion aérobie est la solution qui est la plus favorable aux intérêts de l'opérateur. Les conditions anaérobies peuvent entraîner des problèmes occasionnels, c'est-à-dire un événement non régulier, qu'il convient toutefois de consigner dans le journal du site.

Lorsque l'humidité relative de l'air d'échappement est importante (plus de 90 %), l'émission de particules est réduite.

### Applicabilité

Le traitement biomécanique est largement utilisé pour le traitement des déchets solides municipaux, des boues et autres types de déchets. Les systèmes aérobies peuvent ne pas être adaptés au traitement des déchets contenant des COV, qui peuvent être émis dans l'air. Les systèmes aérobies sont moins efficaces pour décomposer les hydrocarbures alicycliques (par exemple, phénols) que les systèmes anaérobies.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Les critères d'acceptation de la Directive sur les décharges pour les déchets biodégradables. Ces critères visent à diminuer la teneur biodégradable des déchets, entraînant par conséquent une réduction significative des émissions de gaz et des produits de lixiviation émanant des décharges.

### Installations type

Largement utilisés dans toute l'Europe. Les systèmes aérobies sont utilisés pour réduire la teneur putrescible et en humidité de l'ensemble des déchets avant la mise en décharge ou pour la production de combustibles obtenus à partir de déchets enfermés. C'est une pratique commune avant la mise en décharge en Europe.

### Références bibliographiques

[31, Greenpeace, 2001], [54, Vrancken et al., 2001], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [114, Hogg, 2001], [116, Irish EPA, 2003], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

## 4.2.9 Digestion aérobie des boues d'épuration

### Description

Traitement biologique des boues d'épuration.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Un procédé discontinu en deux phases utilisé pour traiter les déchets créosotés est un exemple de procédé type. Il implique la mise en suspension des déchets créosotés avec des surfactants dans une cuve pendant sept jours avec 20 % de solides avant de transférer le surnageant dans un réacteur de polissage où il séjourne pendant 14 jours de traitement biologique supplémentaire. Ceci permet d'obtenir les réductions des hydrocarbures polycycliques aromatiques répertoriées dans le Tableau 4.19 ci-dessous.

Éléments constitutifs	Concentration initiale (ppm)	Concentration finale (ppm)
Phénanthrène	13 000	<100
Fluorène	7 000	<100
Fluoroanthrène	8 000	<500
Pyrène	6 000	<500
Benzo(a)pyrène	9 000	<100
Benzo(b)fluoranthrène	13 000	<500
Benzo(a)anthracène	11 000	<100

**Tableau 4.19 : Réduction signalée des aromatiques polycycliques**  
[53, LaGrega et al., 1994]

### Effets multimilieus

L'agitation non seulement homogénéise les boues d'épuration mais favorise également la volatilisation des contaminants.

### Applicabilité

Les déchets peuvent être des boues d'épuration ou des solides. Ce procédé est appliqué dans le traitement des déchets de préservation du bois, des déchets créosotés, des boues d'épuration de raffinage de pétrole et du sol contaminé.

### Références bibliographiques

[53, Hogg et al., 1994]

## 4.2.10 Contrôle de l'aération pour la dégradation biologique

## Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. application d'un fonctionnement en surpression
  - cette technique présente les avantages suivants :
    - diminution du risque d'humification et de compactage du sol d'aération
    - rectification des débits d'air et de l'émission de chaleur naturelle
    - faibles exigences pour la construction du sol d'aération.
  - toutefois, cette technique présente également des inconvénients :
    - mélange de l'air du tas et de l'air du hall
    - admission d'air saturé avec de la vapeur d'eau dans le hall
    - accessibilité limitée du hall
    - forte corrosion des éléments constructifs et des machines avec augmentation de l'abrasion et des frais d'entretien
    - impossibilité de déterminer les paramètres procédé de l'air d'échappement
    - seul contrôle possible de la dégradation biologique : mesures indirectes et expérience.
    - impossibilité de séparer le traitement et l'épuration de l'air du tas et de l'air du hall
- b. utilisation du fonctionnement d'aspiration (sous-pression).
  - l'aspiration à l'encontre de la surpression présente les avantages suivants :
    - pollution mineure de l'air du hall avec l'air du tas
    - faible corrosion des éléments constructifs et des machines
    - hall accessible pendant l'aération du tas
    - possibilité de déterminer les paramètres du procédé dans l'air d'échappement du tas
    - possibilité de collecte et de traitement séparés de l'air du tas.
  - les inconvénients du fonctionnement par aspiration sont les suivants :
    - faibles exigences pour la construction du sol d'aération
    - danger d'humidifier la couche d'air d'espacement et de diffusion
- c. utilisation d'un sol d'aération avec des plaques fendues et une cave en sous-sol pour assurer une aération régulière de l'ensemble du retournement
- d. adaptation de l'aération à l'activité de biodégradation des matières par segmentation de l'aire de dégradation biologique en champs d'aération contrôlables séparément. Également en régulant la quantité d'air par champ d'aération en fonction de la température et de la teneur en oxygène, avec des ventilateurs contrôlés en fréquence ou en alternant le fonctionnement cyclique.
- e. garantie d'un débit régulier à travers la matière biodégradée dans les sols avec des systèmes de tunnels, en utilisant des tuyaux perforés intégrés et des pressions relativement élevées
- f. utilisation d'échangeurs thermiques pour réduire la température du gaz d'échappement et l'humidité afin d'assurer l'évacuation de chaleur dans les systèmes d'air circulant.

## Avantages obtenus pour l'environnement

Objectifs de l'aération :

- assurer une teneur en oxygène suffisante du tas
- prévenir la formation de méthane dans les secteurs anaérobies
- refouler tout méthane généré
- évacuer la chaleur de réaction libérée
- permettre un séchage biogénique (dans les installations de traitement biomécanique avec stabilisation à sec).
- 

## Effets multimilieus

Les objectifs mentionnés ci-dessus doivent être examinés en tenant compte de l'objectif concurrent, à savoir minimiser la quantité d'air et les pertes par évaporation.

### Données opérationnelles

Dans les systèmes biologiques statiques, il n'y a pas de renouvellement. En règle générale, on estime que plus les intervalles entre les renouvellements sont courts (avec arrosage simultané), plus il y a un risque que le tas sèche. Arroser le tas sans le tourner, n'humidifie fréquemment que les couches proches de la surface.

### Applicabilité

Dans les systèmes en vase clos tels que les tunnels, boîtes ou conteneurs, l'aération des produits dégradés biologiquement se fait sous pression et par la circulation d'air. Dans des systèmes abrités dans des halls, les systèmes de pression et d'aspiration sont tous deux utilisés.

### Aspects économiques

Les frais d'investissement de construction d'un sol d'aération avec des plaques fendues et une cave en sous-sol sont de 40 à 50 % supérieurs à ceux des autres systèmes disponibles (par ex. tubes d'aération ou canaux dans le fond du hall).

### Références bibliographiques

[132, UBA, 2003]

## 4.2.11 Gestion des gaz d'échappement dans les traitements biomécaniques

### Description

Un bon système de gestion d'air d'échappement/gaz d'échappement contient les éléments suivants :

- a. collecte séparée des flux partiels d'air d'échappement
- b. minimisation du gaz d'échappement par le biais de l'utilisation multiple /utilisation en cascade, orientation circulaire
- c. minimisation des gaz d'échappement par le biais de la dégradation anaérobie des substances organiques (fermentation avec utilisation du biogaz au lieu de la digestion aérobie)
- d. traitement des flux partiels avec une combinaison d'éléments de traitements biologiques, chimiques et thermiques
- e. réduction des émissions d'air d'échappement spécifiques entre 2 500 et 8 000 Nm<sup>3</sup> par tonne de déchets en installant un guidage circulaire entre les échangeurs thermiques et en évacuant la chaleur en excès en condition préalable à un guidage circulaire efficace
- f. réemploi de l'air d'échappement dans la mesure du possible. L'air résiduel doit être traité avant d'être rejeté à l'air.
- g. traitement des gaz d'échappement de la zone de livraison, par exemple des fosses basses et des fosses enterrées, avec ou sans traitement mécanique des déchets livrés ou le recyclage du gaz en tant qu'alimentation en air (air procédé) pour la dégradation biologique
- h. installation dans des salles fermées ou avec des installations équivalentes des sites de déchargement, des fosses d'alimentation et des fosses de réception ou d'autres équipements pour la livraison, le transport et le stockage des substances en entrée. Cette mesure vise à minimiser les émissions diffuses. Dans le cas de sas, on aspire la zone du sas d'air afin de maintenir la pression ambiante en deçà de la pression atmosphérique
- i. pour les machines, les appareils et les autres équipements utilisés pour le traitement mécanique ou pour la séparation physique des déchets, par exemple par broyage, classement, tri, mélange, homogénéisation, assèchement, séchage, granulation ou pressage, le système de gestion doit veiller à ce que les émissions diffuses potentielles soient minimisées par le biais de l'enfermement ou de l'aspiration (aspiration point focal) des agrégats individuels
- j. utilisation de conteneurs fermés pour éliminer les produits dégageant de la poussière

- k. utilisation de systèmes abrités ou encapsulés pour le transfert et le traitement des résidus de fermentation. L'air d'échappement provenant de ces systèmes doit de préférence être collecté (aspiration du hall et de la source) afin de pouvoir le réutiliser à l'intérieur du procédé ou afin de le traiter.
- l. la séparation du flux total qui doit être traité en gaz d'échappement fortement pollué et air d'échappement légèrement pollué. Par conséquent, le choix d'un système adapté pour le traitement de l'air d'échappement légèrement pollué mais enclin aux odeurs joue un rôle clef dans les installations de traitement biomécaniques avec dégradation biologique à long terme. Toutefois, le système est complété par d'autres éléments tels qu'un laveur pour acide (absorption d'ammoniac), un filtre anti-poussière et un dispositif d'oxydation pour le traitement des flux fortement pollués provenant principalement de la phase de dégradation pré-biologique. L'installation d'oxydation (thermique, chimique et physique) et la quantité de gaz d'échappement venant de la dégradation pré-biologique à traiter doivent être adaptés au concept de procédé retenu et fixé dans chacun des cas.
- m la surveillance des émissions de gaz d'échappement en ligne et l'utilisation de données pour l'ajustement des procédés biologiques
- n l'utilisation de système d'absorption/désorption et combustion en cas de faible concentration des composés carbonés.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit l'utilisation d'air et les émissions d'air d'échappement.

#### **Données opérationnelles**

La gestion des gaz d'échappement affecte l'ingénierie de construction et de procédés de l'installation. Les facteurs suivants jouent un rôle essentiel dans toute stratégie de gestion des gaz d'échappement :

- réduction du volume du hall
- segmentation des unités opérationnelles
- mesures proches de la source pour la minimisation active et passive des émissions.

#### **Applicabilité**

Traitements biomécaniques (MBT)

#### **Références bibliographiques**

[132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### **4.2.12 Techniques de réduction pour les traitements biologiques**

Le Tableau 4.20 répertorie les techniques de réduction d'air appliquées dans les installations de traitement biologique. Elles sont décrites en détail en Section 4.6.



Technique	Numéro de la section où la technique est abordée
Prévention générique	Section 4.6.1
Adsorption	Section 4.6.7
Biofiltres	Section 4.6.10
Lavage chimique	Section 4.6.12
Procédés faiblement oxydants	Section 4.6.13
Incinération	Section 4.6.14
Combustion catalytique	Section 4.6.16
Réacteur d'oxydation thermique à régénération	Section 4.6.18
Traitement utilisant un plasma non thermique	Section 4.6.20

**Tableau 4.20 : Techniques de réduction de la pollution de l'air utilisées dans les installations de traitement biologique**

### 4.3 Techniques pour les traitements physico-chimiques

Les techniques présentées dans cette section sont considérées comme ayant de bonnes performances d'exploitation pour l'environnement (par ex. utilisation d'un bon système d'énergie) ou comme pouvant aider à atteindre de bonnes performances en matière d'environnement (par ex. systèmes de management environnementaux). Ces techniques ont un rapport avec les traitements physico-chimiques décrits en Section 2.3.

#### 4.3.1 Techniques utilisées dans les usines de traitement physico-chimique des eaux résiduaires

##### 4.3.1.1 Planification du fonctionnement d'une usine physico-chimique

###### Description

Les principes suivants doivent être suivis :

- toutes les installations de mesure et de contrôle doivent être d'un accès et d'un entretien faciles
- un système de contrôle et d'essais doit être établi
- l'inspection à la réception doit être adaptée aux informations issues de l'analyse de déclaration de la preuve de l'élimination des déchets et au procédé prévu pour chaque traitement particulier
- des mesures de construction doivent prévenir, autant que possible, la production d'eau résiduaire (par ex. un toit sur l'aire de réception)
- les conteneurs de réaction doivent également servir de conteneurs de stockage afin de prévenir les mélanges non désirés
- la capacité de stockage adéquate doit être prévue car, en général, les délais de demande et de livraison ne coïncident pas
- le concept de l'usine doit prévoir l'éventuelle extension ou modification
- la collecte et le transport des déchets, ainsi que la livraison (quantité, délai) doivent être ajustés au fonctionnement
- les producteurs et les distributeurs doivent être consultés pour tous les détails et les informations techniques (par ex. sur les conteneurs, les conduites, les pompes, les vannes et les filtres)

- j. la planification et la construction (notamment les questions légales) doivent être abordés en amont avec les autorités responsables et avec les bureaux de planification technique.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les émissions sont réduites car l'usine physico-chimique utilise la procédure de traitement qui convient.

#### **Données opérationnelles**

La conception d'une usine physico-chimique est définie d'une manière claire qui suit le flux des matières. Par exemple, il faut distinguer deux cas fondamentaux différents :

1. le dimensionnement des installations qui traitent des types de déchets similaires
2. le dimensionnement des installations qui traitent des types de déchets différents.

Dans le cas (1), l'installation peut être développée à l'aide d'expériences qui sont adaptées aux exigences des déchets. Les étapes nécessaires du procédé peuvent être testées individuellement ou en combinaison ; le résultat est une solution de traitement optimale. Dans le cas (2), il faut planifier des procédés de traitement différents ; ils permettent d'avoir un traitement optimal lorsqu'ils sont appliqués en combinaison. Par ailleurs, si dans le cas (1) des usines exploitées en continu semblent appropriées, dans le cas (2), un fonctionnement discontinu serait recommandé en raison de l'ajustement de la technologie et du mode de fonctionnement à différents comportements réactifs des déchets.

#### **Applicabilité**

Applicable aux nouvelles installations.

#### **Références bibliographiques**

[157, UBA, 2004]

### **4.3.1.2 Techniques pour les réacteurs physico-chimiques**

#### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. définir clairement les objectifs et la chimie de la réaction attendus pour chaque procédé de traitement. Un point final du procédé doit être clairement défini afin de pouvoir surveiller et contrôler la réaction. Les intrants adaptés au procédé doivent être définis et la conception doit tenir compte des variables que l'on peut attendre dans le flux de déchets.
- b. évaluer chaque nouveau jeu de réactions et mélange de déchets et de réactifs envisagés avant le traitement dans un essai à l'échelle du laboratoire des déchets et réactifs à utiliser. Ceci doit donner toutes les réactions qui interviendront dans un traitement à pleine échelle, le mélange des déchets doit donc être effectué selon une « recette » par charges prédéterminée. Cette évaluation doit tenir compte des effets potentiels de changement d'échelle par exemple, l'augmentation de la chaleur de la réaction avec l'augmentation de la masse de réaction par rapport au volume du réacteur, l'augmentation du temps de séjour à l'intérieur du réacteur, la modification des propriétés de réaction, etc.
- c. concevoir et exploiter la cuve du réacteur afin qu'elle soit adaptée à son objectif prévu. Ces conceptions doivent tenir compte des dangers des procédés chimiques, de l'évaluation des dangers des réactions chimiques, des considérations sur la prévention appropriée et des mesures de protection ainsi que des considérations sur la gestion des procédés planifiés, à savoir, des instructions d'exploitation, la formation du personnel, l'entretien de l'installation, les contrôles, les audits et les procédures d'urgence.

- d. fermer toutes les cuves de traitement/réaction et veiller à ce qu'elles soient mises à l'atmosphère via un système de réduction et de lavage approprié
- e. le cas échéant, veiller à ce que les cuves de réacteurs (ou les cuves de mélange où le traitement est mis en œuvre) soient chargées de déchets et réactifs prémélangés. Par exemple, il peut être nécessaire de faire un « préchargement » de chaux pour certaines cuves de réacteur ou de commencer à les charger avec des alcalins réactifs pour contrôler la réaction en utilisant, par exemple, un appoint de solution d'hydroxyde de calcium avant de charger la cuve du réacteur.
- f. éviter de décanter les sacs ou les fûts directement dans la cuve. Cette pratique peut entraîner :
  - une concentration de « points chauds » à la surface de la liqueur de réaction
  - une perte de contrôle de la réaction
  - l'émission d'émanations dégagées par la réaction instantanée à l'interface
  - la mise à l'atmosphère par une trappe ouverte d'émanations qui, par conséquent, contournent la réduction appropriée
- g. surveiller la réaction pour s'assurer qu'elle est contrôlée et qu'elle évolue vers le résultat prévu. A cet effet, les cuves utilisées pour le traitement doivent être équipées de dispositifs de surveillance de température et de niveau élevé de pH. Ces dispositifs de surveillance doivent être automatiques et continus et être reliés à un écran clair dans la salle de contrôle ou dans le laboratoire et être assortis d'une alarme sonore. Une évaluation de risque peut exiger de relier les dispositifs de surveillance de procédé à des dispositifs de coupure. La surveillance de la réaction est nécessaire car les caractéristiques de la réaction à l'intérieur du réacteur peuvent être différentes de celles constatées dans les essais en laboratoire. La surveillance doit fournir une indication claire de tout écart par rapport aux essais de laboratoire et doit également permettre de prendre des mesures pour interrompre ou modifier la réaction. On peut, par conséquent, prévoir le refroidissement et/ou la trempe des cuves du réacteur
- h. Veiller à ce qu'il y ait un mélange adéquat à l'intérieur d'une cuve de traitement car cela peut être déterminant pour le succès du réacteur. En général, l'agitation du contenu d'une cuve se fait à l'aide d'une hélice rotative. Il existe un ratio géométrique entre la dimension de l'hélice et le dégagement par rapport à la cuve (déterminé par le type et la dimension de la cuve). Ceci dépend également de la vitesse d'agitation et des caractéristiques des déchets. Pour éviter des dégagements fugitifs, il est nécessaire d'avoir un joint là où l'hélice pénètre dans la cuve. Prévoir une méthode de mélange.
- i. afin de suivre et de contrôler le procédé de changement, prévoir une procédure écrite pour la proposition, l'examen et l'approbation de toutes modifications ou développement technique, y compris tous changements de procédure ou de qualité
- j. s'assurer que tous COV émis en raison d'une forte augmentation de température dans les cuves de réaction sont renvoyés vers le système de traitement après condensation dans les laveurs
- k. surveiller la réaction sur l'ensemble de cette dernière. Il peut être nécessaire d'extraire l'air d'échappement du réacteur.
- l. prévoir un système, comme c'est le cas dans la plupart des sites, pour échanger l'air au-dessus des cuves de réaction et pour le faire passer à travers un système de traitement en vue de retirer les gaz tels que l'ammoniac, l'acide chlorhydrique, le dioxyde de soufre. En général, les liqueurs aqueuses provenant des laveurs sont envoyées dans l'installation de traitement et les systèmes au charbon actif sont régénérés (par ex. par stripping à la vapeur) ; en cas d'impossibilité, le charbon actif est incinéré.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Le contrôle du procédé de réaction/traitement est crucial pour la protection de l'environnement et pour prévenir d'éventuels accidents. On peut atteindre un rendement de 96 % pour l'élimination des métaux.

### **Applicabilité**

Les usines de traitement physico-chimiques entreprennent le criblage des déchets entrants pour leur permettre de stocker des déchets dans les bons réservoirs et pour équilibrer les réactions.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Certaines normes nationales relatives aux effluents sont disponibles, par exemple, la Surface Waters Pollution Act (Loi sur la pollution des eaux de surface) aux Pays-Bas.

### Installations type

En général, les cuves de réaction de neutralisation sont dotées de laveurs en milieu basique et la plupart des gaz acides sont renvoyés dans le procédé avec certains des COV et la quasi-totalité des liquides/particules. Les capacités des installations type varient de 200 à 40 000 m<sup>3</sup>/an.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

## 4.3.1.3 Neutralisation

### Description

Le but et le principe de fonctionnement de la neutralisation sont exposés en Section 2.3.2. Un certain nombre de problèmes doivent être abordés :

- éviter le mélange de déchets acides/basiques avec d'autres flux à neutraliser lorsque le mélange contient simultanément des métaux et des agents complexants. Ceci prévient la formation de métaux complexes qu'il est ensuite difficile (d'un point de vue économique) de séparer. Les ions complexants à rechercher comportent, par exemple, l'éthylène-diamine tétraacétate, le nitrilotriacétate et les cyanures.
- prévoir un équipement de neutralisation robuste et facile à utiliser peut aider l'équipement à affronter l'utilisation intensive dans les usines de traitement physico-chimiques traitant des déchets acides/basiques ayant besoin d'être neutralisés
- veiller à ce que des méthodes de mesure classiques, c'est-à-dire avec l'aide d'électrodes en verre ou de capteurs similaires, soient utilisées dans le fonctionnement des usines de traitement physico-chimiques pour la neutralisation des déchets si les électrodes sont constamment nettoyées et correctement étalonnées. La détermination de la valeur du pH est également possible en mesurant les échantillons préparés ou en utilisant du papier de tournesol.
- stocker séparément les eaux résiduaires neutralisées afin d'éviter d'affecter négativement la qualité des eaux résiduaires traitées à la suite de réactions secondaires intervenant si elles sont stockées ensemble. L'inspection finale des eaux résiduaires traitées doit se faire après un délai de stockage suffisant.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Améliore les performances des procédés de neutralisation et évite les problèmes en aval, (par exemple, évite le mélange des déchets ou d'autres flux qui empêchent tout traitement ultérieur des eaux résiduaires).

### Données opérationnelles

Si l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et le lait de chaux (Ca(OH)<sub>2</sub>) sont combinés, on peut avoir du gypse (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) comme produit de réaction. Le gypse peut entraîner des dépôts et des incrustations et provoquer des perturbations opérationnelles importantes nécessitant un entretien important et des mesures de réparation. Toutefois, une utilisation adéquate du processus de neutralisation (en utilisant du H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilué et une pré-neutralisation avec de la chaux) et un mélange vigoureux peuvent minimiser ces problèmes. L'utilisation de NaOH au lieu de la chaux pour la neutralisation peut entraîner d'autres problèmes. D'après certaines expériences, de fortes concentrations de sulfates dans les eaux résiduaires dues à la neutralisation au NaOH peuvent attaquer les égouts en béton, avec émissions d'odeur.

### Applicabilité

La neutralisation peut être appliquée avec tous les déchets liquides mélangeables.

### Installations type

Dans un système aqueux dilué, la mise en œuvre des procédés de neutralisation doit être possible sans produire de gaz, délibérément ou par inadvertance. Dans ce type de procédés système impliquant des substances potentiellement dangereuses, par exemple, la neutralisation des acides peut normalement se faire sans créer de substances qui exigent une réduction continue, par exemple,  $\text{SO}_x$ , etc.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

#### 4.3.1.4 Précipitation des métaux

##### Description

Ces techniques ont pour objectif de précipiter les métaux contenus dans les déchets aqueux. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. acidifier les déchets pour solubiliser la totalité des métaux dans une première étape
- b. ajuster le pH au point de solubilité minimum auquel les métaux se précipiteront
- c. permettre aux déchets traités résultants de se clarifier par décantation lorsque cela est possible (ainsi, il est très difficile de clarifier par décantation de fortes concentrations de métaux dans les eaux) et/ou par l'ajout d'un autre équipement d'assèchement (par ex. filtre-presse ou équipement centrifuge)
- d. éviter l'entrée d'agent complexants, de chromates et de cyanures (en raison du danger de formation d' $\text{HCN}$  à partir de matières de déchets acidifiants)
- e. modifier les conditions de précipitation, par exemple, si l'on n'obtient pas la concentration de métal cible des eaux résiduaires traitées avec la précipitation d'hydroxydes (par ex. en raison de la présence d'agents complexants), il est possible de recourir à la précipitation au sulfure (par ex. avec du sulfure de sodium ou des sulfures organiques). L'objectif étant la formation de sulfures de métaux difficiles à dissoudre dans l'eau. L'utilisation de sulfure d'hydrogène implique des conditions d'exploitation et des émissions qui doivent tout particulièrement être prises en compte. En pratique, la précipitation au sulfure est utilisée dans le traitement des eaux résiduaires contenant des agents complexants.
- f. éviter que des matières organiques ne pénètrent dans le procédé, car elles perturbent en général la réaction de précipitation
- g. organiser le procédé conformément aux étapes suivantes :
  - investigation expérimentale par le laboratoire, détermination d'un programme de traitement
  - établissement de valeurs de contrôle de procédé, par ex. valeur de pH, température, concentration de métaux
  - détermination des agents secondaires en fonction du type, de la quantité, de la concentration
  - détermination du dosage pour les additifs, par ex. l/h
  - détermination de la séquence d'ajout des additifs
  - test fonctionnel de l'équipement
  - exécution de la précipitation/floculation ; documentation du contrôle de procédé.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Des substances telles que du chrome, du zinc, du nickel, du plomb sont en général présentes dissoutes en solution ordinaire ou absorbées sur des particules ou une matière colloïdale. C'est une technologie relativement simple et robuste et qui donne des performances de jusqu'à 95 %.

Effets multimilieux

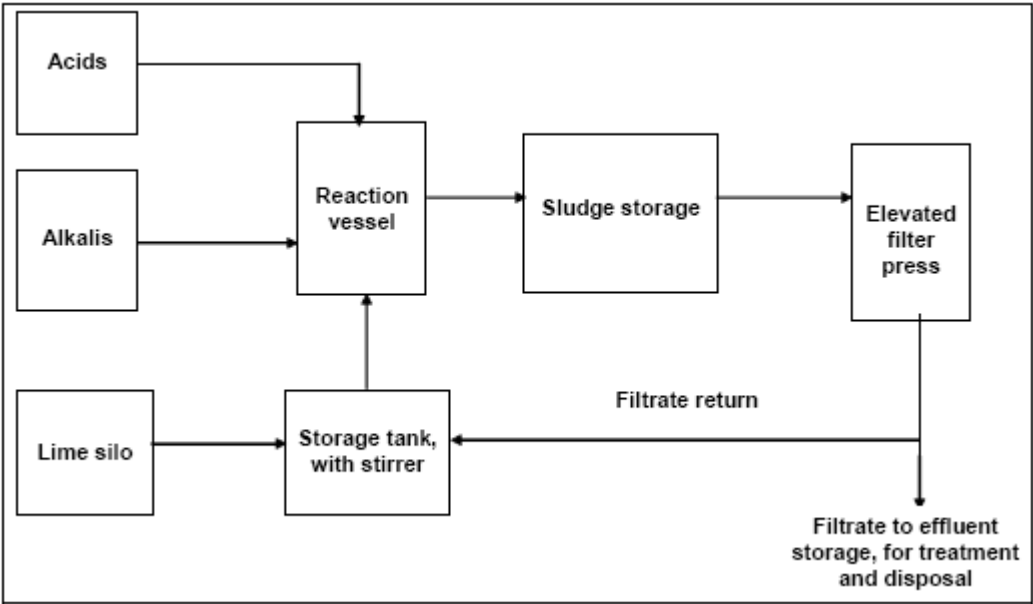
Le chrome (III), le zinc et le cadmium sont amphotères et la solubilité augmente lorsque le pH est au-dessus de leur point de solubilité minimal. La production de boues d’épuration contenant des métaux peut être envisagée comme un effet multimilieux. La quantité de gâteau de filtration peut être réduite en remplaçant la chaux par de l’hydroxyde de sodium ; toutefois, les fluorures ne sont pas précipités.

L’utilisation de la technique au sulfure « e » (voir section description ci-dessus) donne en général des eaux résiduaires avec une forte concentration en sulfures. Alternativement, il est possible de recourir à une oxydation humide ou une séparation à la source.

Données opérationnelles

De manière similaire à la neutralisation acides/bases, le procédé implique l’ajout d’acides ou de bases (qui peut être un déchet) dans une cuve de réaction agitée. En général la chaux sert d’hydroxyde.

Pour la technique « b » de la section description ci-dessus, le Tableau 3.48 (Chapitre 3) représente les valeurs de la plage de pH pour la précipitation des divers métaux sous forme d’hydroxydes. La valeur du pH pour la solubilité minimale dépend du métal puis, dans le cas d’un mélange de métaux, il faut trouver une valeur optimale. Une telle valeur de pH optimale peut être que certains métaux ne se précipitent pas du tout. C’est pourquoi, on utilise dans certains cas plusieurs phases de pH pour optimiser la suppression des métaux.



Acids	Acides
Alkalis	Bases
Reaction vessel	Cuve de réaction
Sludge storage	Stockage des boues d’épuration
Elevated filter press	Presse-filtre élevé
Filtrate return	Retour du filtrat
Lime silo	Silo de chaux
Storage tank with stirrer	Réservoir de stockage avec agitateur
Filtrate to effluent storage for treatment and disposal	Filtrat vers stockage d’effluents pour traitement et élimination

### Figure 4.3 : Représentation d'un procédé de précipitation/neutralisation [55, UK EA, 2001]

Les résultats du fonctionnement et l'expérience montrent les avantages des opérations discontinues pour le traitement de déchets dont les caractéristiques sont très variables, par exemple :

- pour une valeur de pH constante, la concentration de métaux dans les eaux résiduaires peut continuer à diminuer
- avec un mélange répété des eaux résiduaires et des boues d'épuration sédimentaires, on peut obtenir des effets de co-précipitation ; une condition préalable à la co-précipitation est une agitation et un transport délicat des boues.

Etant donné qu'en général les matières utilisées attaquent les métaux, l'installation (conteneurs, canalisations, technologie de mesure) doit être équipée de manière appropriée et/ou protégée (l'utilisation des matériaux synthétiques, peintures, etc.).

#### Applicabilité

Les procédés de traitement des déchets aqueux traitent une variété de déchets aqueux compatibles en précipitant les métaux solubles et les anions acides hors de la solution tout en augmentant la dimension des particules des solides en suspension, aidant, par conséquent, la phase de séparation ultérieure entre les solides et les liquides par clarification et filtration. Les déchets typiques comportent notamment les déchets des intercepteurs, les déchets des cabines de peinture par pulvérisation et les effluents de procédé.

#### Agent moteur pour la mise en œuvre

Aux Pays-Bas, cette technique de concentration des métaux dans les boues d'épuration est applicable aux eaux résiduaires contenant des métaux (en dehors des acides de décapage et sauf pour les eaux résiduaires contenant des métaux précieux) lorsque les eaux résiduaires contiennent un métal (As, Co, Cr, Cu, Fe, Mo, Ni, Pb, Sn, V et Zn) en concentration supérieure à 200 mg/l dont 25 mg/l sont présents dans la fraction eau et/ou la quantité de Cd est supérieure à 0,2 mg/l.

#### Installations type

Dans une installation type, de l'acide de galvanisation/décapage est ajouté à une cuve de réaction, ramenant le pH à 5. Ceci permet de libérer les ions ferreux de l'acide, pour agir en qualité d'agent réducteur, réduisant les métaux partant d'états d'oxydation élevés et les amenant à des états d'oxydation faible ; ils peuvent ensuite être retirés (sous forme d'hydroxydes) de la solution en faisant passer le pH à 9 par l'ajout de chaux.

#### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

### 4.3.1.5 Rupture des émulsions

#### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. l'utilisation d'acides et de bases usagés en tant que matières pour la rupture des émulsions
- b. l'utilisation d'agents d'évaporation, d'ultrafiltration ou de rupture organique
- c. le test de la présence de cyanures dans les émulsions à traiter. En présence de cyanures, les émulsions doivent tout d'abord subir un premier prétraitement
- d. la mise sur pied, dans un premier temps, d'essais de laboratoire simulés. L'opérateur configure en général un programme de traitement contenant des détails sur le type et la quantité d'acides, les



- solutions caustiques et les agents de floculation à utiliser. Les essais de laboratoire sur les échantillons peuvent aider à déterminer si les eaux résiduaires obtenues sont d'une qualité adéquate.
- e. la mise en œuvre du procédé avec une grande précision et le contrôle du procédé et du fractionnement organique.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Le fractionnement acide des émulsions est d'une très grande importance pour l'élimination des déchets et pour la protection de l'eau, car les déchets tels que les acides et les bases usagé(s) peuvent être utilisés pour le traitement des émulsions. Au cours du fractionnement organique, il est possible d'avoir un fractionnement incomplet en cas de sous-dosage et la formation de nouvelles émulsions en cas de surdosage.

Il est important de prendre en compte les techniques mentionnées dans la section description ci-dessus dans la détermination de la méthode la plus appropriée pour la rupture de chaque type d'émulsion en vue d'éviter des problèmes opérationnels et environnementaux.

#### **Effets multimilieus**

Un traitement plus approfondi des eaux résiduaires peut éventuellement être nécessaire à la suite du traitement des émulsions, par exemple en utilisant un échange d'ions ou une adsorption sur charbon actif. Si tel est le cas, cela doit être spécifié dans une instruction d'exploitation figurant dans le programme de traitement.

L'utilisation d'acides et de bases usagés (voir technique « a » dans la section description ci-dessus) produit en règle générale des eaux résiduaires ayant de fortes concentrations de sels et d'huile résiduaire. Les boues d'épuration huileuses sont en général plus difficiles à mettre en décharge et l'huile ne peut pas être valorisée.

#### **Données opérationnelles**

Le traitement actuel de l'émulsion, également appelé fractionnement de l'émulsion, consiste en deux phases de traitement :

- déstabilisation (séparation) de l'émulsion, par le mélange de l'émulsion avec des acides
- floculation et précipitation des métaux dissous présents dans l'émulsion séparée.

#### **Références bibliographiques**

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

### **4.3.1.6 Oxydation/réduction**

#### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. la réduction des émissions d'air générées durant l'oxydation/réduction
- b. la mise en place de mesures de sécurité et de détecteurs de gaz (par ex. adaptés à la détection d'HCN, H<sub>2</sub>S, NO<sub>x</sub>).

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit les émissions qui peuvent intervenir à la suite de réactions d'oxydoréduction.

#### **Installations type**

La collecte de l'air d'échappement est assurée par l'aspiration par un ventilateur et un filtre d'air d'échappement. Ici, aucune mesure n'est nécessaire car le débit d'air d'échappement transporté est surdimensionné. Le filtre, qui peut impliquer des épurateurs-laveurs pour acides ou bases est régulièrement contrôlé et, si besoin, régénéré.

### Références bibliographiques

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

#### 4.3.1.7 Techniques pour le traitement des déchets contenant des cyanures

##### Description

Les cyanures peuvent être détruits en utilisant différents types d'agents oxydants tels que l'hypochlorite, du chlore, de l'ozone, des peroxydes et des peroxydes avec radiation UV. L'oxydation électrochimique ou l'oxydation avec de l'air (moyenne et haute pression) sont d'autres techniques envisageables. Des températures élevées détruisent également les cyanures dans les déchets solides. Toutefois, les techniques d'incinération ne sont pas incluses dans le présent document. Quelques points à prendre en compte :

- les cyanures peuvent être détruits dans des flux de déchets aqueux par oxydation avec un agent oxydant basique à un pH d'au minimum 10 et avec une concentration de chlore inférieure à 1 g/l. La réaction est très rapide
- l'ajout de soude caustique en excès peut prévenir une trop grande chute du pH.
- le mélange de déchets cyanurés avec des composés acides (par ex. neutralisation, décomposition d'émulsion acide) doit être évité
- le traitement du cyanure se faisant par oxydation, on peut contrôler la destruction en mesurant les potentiels d'oxydo-réduction (électropotentiels). On peut, par conséquent contrôler l'ajout d'hypochlorite de sodium à la fosse d'effluents.
- l'utilisation d'électrolyse pour oxyder le cyanure.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Il n'est pas facile de re-réduire en cyanure le cyanate obtenu et le rejet de cyanate dans un cours d'eau n'entraînera pas la génération de cyanure libre. Les risques pour la santé sont également moindres. Le prétraitement des eaux résiduaires contenant des cyanures est essentiel pour éviter la formation de complexes métal-cyanure. Ces techniques permettent d'obtenir des concentrations de cyanure inférieures à 0,1 mg/l.

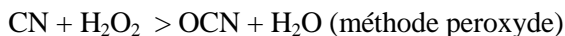
##### Effets multimilieux

Utilisation d'oxydant (par ex. hypochlorite, permanganate de potassium) si besoin.

L'utilisation d'hypochlorite ou de chlore augmente la teneur en sel des eaux résiduaires et peut également augmenter la teneur en AOX. Le traitement avec des oxydants chlorés peut également générer du chlorure de cyanogène. Lors de l'utilisation d'oxydants chlorés, il est important que le pH du système reste supérieur à 10. Un pH trop faible peut entraîner la formation de chlorure de cyanogène et d'acide cyanhydrique. En cas d'excès d'hypochlorite, il peut y avoir rejet de gaz chloré et en cas de manque d'hypochlorite, il peut y avoir une présence de cyanure résiduel.

Comme on peut le constater dans les réactions suivantes, l'utilisation d'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ou d'ozone en tant qu'oxydant ne crée pas de produits dérivés :



**Données opérationnelles**

La teneur en cyanure, en chlore libre et le niveau du pH font l'objet d'une surveillance permanente dans les rejets d'effluents aqueux dans les cours d'eau. L'utilisation d'oxygène pur en tant qu'oxydant n'est pas aussi efficace que celle des autres oxydants mentionnés.

**Applicabilité**

Les méthodes de traitement chimique et thermique sont le plus largement utilisées pour la destruction de flux de déchets contenant des cyanures.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

La destruction des cyanures.

**Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

**4.3.1.8 Techniques pour le traitement de déchets contenant des composés du chrome (VI)****Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. le mélange de déchets contenant du chrome (VI) avec d'autres déchets, doit être évité
- b. la conversion du Cr(VI) en Cr(III) moins dangereux peut être obtenue en ajoutant un agent réducteur, par exemple, du métabisulfite de sodium, de l'acide de décapage, du dithionite de sodium. Le métal trivalent peut ensuite être précipité de la manière classique (voir Section 4.3.1.4).

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Le chrome (VI) est l'état d'oxydation le plus élevé du métal, l'acide chromique, ou oxyde de chrome ( $\text{CrO}_3$ ) est un exemple, il est acide, toxique, soluble dans l'eau et utilisé en qualité d'agent oxydant. Ces traitements permettent d'obtenir des concentrations inférieures à 0,1 mg/l de chrome (VI).

**Effets multimiliex**

Nécessité d'avoir un agent réducteur.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Le traitement par neutralisation directe des composés du chrome (VI) est inefficace, il faut donc faire appel à une étape initiale impliquant la réduction en chrome (III), l'état trivalent.

**Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

**4.3.1.9 Techniques lors du traitement d'eaux résiduaire contaminées par des dérivés nitrés****Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. éviter le mélange de dérivés nitrés avec d'autres déchets
- b. vérifier et éviter les vapeurs nitreuses durant l'oxydation et l'acidification des dérivés nitrés
- c. vérifier et éviter les vapeurs nitreuses durant la réduction des dérivés nitrés.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Une bonne optimisation du processus de traitement des dérivés nitrés permet d'obtenir des concentrations de nitrite inférieures à 2,0 mg/l.

### **Effets multimiliieux**

L'utilisation d'un agent oxydant est nécessaire dans les procédés d'oxydation. L'urée ou l'acide amidosulfurique sont employés comme agents réducteurs.

### **Installations type**

En Autriche trois installations exploitent de tels systèmes.

### **Références bibliographiques**

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

## **4.3.1.10 Traitements par oxydation des solutions phénoliques**

### **Description**

Il est possible de traiter des résidus aqueux contenant du phénol (3 à 5 % m/m) par oxydation catalytique, en utilisant un agent oxydant et un catalyseur métallique ou avec un fort réactif oxydant (par ex.  $\text{KMnO}_4$ ).

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit la teneur en phénol dans les résidus aqueux.

### **Effets multimiliieux**

Utilisation d'un agent oxydant et d'un catalyseur si besoin.

### **Données opérationnelles**

La procédure de traitement doit tenir compte de la nature exothermique de la réaction. Les charges de départ peuvent être diluées avant le traitement. La température du procédé, le pH et le potentiel de l'oxydoréducteur sont surveillés en continu.

### **Installations type**

Au Royaume-Uni, une installation type montre l'utilisation de ce procédé sur une base de charges de trois tonnes dans une cuve à double enveloppe en acier inoxydable.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [150, TWG, 2004]

## **4.3.1.11 Techniques pour les déchets contenant de l'ammoniac**

### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. pour les déchets avec des solutions d'ammoniac de jusqu'à 20 % m/m, traitement en utilisant un système de stripping à l'air à double colonne avec un laveur-épurateur à l'acide. Un procédé à double colonne a été développé, la colonne initiale augmente la température de la charge de départ et

- maintient le pH entre 10 et 11. La charge de départ est ensuite transférée dans une seconde colonne où elle circule à contre-courant de l'air dans une colonne à garnissage
- b. récupération de l'ammoniac dans des laveurs et réinjection de ce dernier dans le procédé avant la phase de sédimentation
  - c. élimination de l'ammoniac retiré dans la phase gazeuse en lavant les déchets à l'acide sulfurique pour produire du sulfate d'ammonium.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Ces techniques préviennent une émission de gaz d'ammoniac importante durant le procédé de neutralisation initial lorsque le pH change rapidement car les réservoirs sont agités et la température augmente.

#### **Données opérationnelles**

Les solutions à forte teneur en ammoniac peuvent également être soumises à un prétraitement (par ex. stripping à l'air) pour réduire la concentration d'ammoniac avant d'atteindre l'installation de traitement.

#### **Applicabilité**

Ces systèmes sont appliqués aux eaux résiduaires ayant une forte teneur en ammoniac. D'autres déchets contenant de l'ammoniac/ammonium, par ex. lixiviat de décharge, pour lesquels le système de stripping décrit n'est pas adéquat en raison du transfert d'autres substances vers la phase gazeuse.

#### **Aspects économiques**

Les solutions contenant de l'ammoniac peuvent également être utilisées en tant qu'agent de dénitrification. Cette destination peut être moins coûteuse que la collecte/le traitement en tant que déchets dangereux.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

L'ammoniac contribue aux pluies acides et à la pollution des lisiers.

#### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

### **4.3.1.12 Filtration**

#### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. élargir tout échantillonnage d'air à l'ammoniac dans les cheminées d'échappement ou dans les zones de filtre-presses pour couvrir les COV
- b. relier l'espace d'air au-dessus de certaines presses au système de réduction principal de l'installation
- c. améliorer le comportement de drainage des boues d'épuration en ajoutant des agents de floculation, par exemple de la chaux ou des agents de floculation synthétiques. Ce conditionnement de la boue se fait dans des conteneurs dotés d'agitateurs réglables. Pour mélanger la boue avec les agents de floculation, on peut obtenir un mélange intensif en peu de temps en accélérant l'agitateur ; en général, l'agitateur se déplace lentement durant la formation de flocons afin de ne pas gêner la floculation.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Améliore le procédé de filtration et réduit les concentrations d'émissions fugitives de métaux, par ex. nickel et cuivre ; peut être utilisé en tant que matière première dans l'industrie métallurgique.

### **Effets multimiliieux**

L'un des inconvénients est le besoin de nettoyer les tissus du filtre ; le recours à des nettoyeurs haute pression avec de l'eau ou le lavage des tissus dans des solutions spéciales partiellement acides s'est avéré bénéfique à cet égard.

Comme les presses doivent être entretenues et que le gâteau/les boues d'épuration doivent être retirés, le système est régulièrement ouvert, il est donc difficile d'éviter les émissions dans l'air.

### **Données opérationnelles**

Pour fonctionner, le procédé a besoin d'énergie.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

## **4.3.1.13 Flottation**

### **Description**

Le système de flottation à air dissous (DAF) génère une solution sursaturée d'eau résiduaire et d'air comprimé en amenant la pression du flux d'eau résiduaire à celle de l'air comprimé puis en mélangeant dans une cuve de retenue. Ce mélange sursaturé d'air et d'eau résiduaire s'écoule dans un important réservoir de flottation où la pression est libérée, générant, par là même, de nombreuses petites bulles d'air. Par le biais d'une combinaison d'adsorption et de piégeage, les particules floculées remontent à la surface du réacteur. Les solides en suspension flottent en haut du liquide et forment une mousse qui est ensuite écrémée. Certaines substances colloïdales solubles sont éliminées des eaux résiduaires en ajoutant des produits chimiques de coagulation et floculation pour former des précipités avec les solutés.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Le DAF est largement utilisé en raison de son efficacité pour éliminer toute une plage de solides.

### **Effets multimiliieux**

Possibilité d'émissions dans l'air et production d'une importante quantité de boues d'épuration chimiques (contenant du  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , des polyélectrolytes et des particules piégées) qui doivent être traitées avant l'élimination.

### **Données opérationnelles**

En général, des produits chimiques tels que des polymères, des polyélectrolytes, des sels d'aluminium (par ex. sulfates) ou des sels de fer (par ex. chlorure ferrique) sont utilisés pour améliorer l'adhésion des bulles. Pour fonctionner le procédé a besoin d'énergie.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Aucun besoin de cuve de sédimentation.

### **Installations type**

Le DAF est largement utilisé.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

## **4.3.1.14 Procédés avec échange d'ions**

**Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. utilisation d'échangeurs d'ions uniquement pour les concentrations salines en deçà de 1500 mg/l. Sinon le traitement n'est pas viable sur le plan économique
- b. utilisation de prétraitements en vue de réduire la concentration en sels, par ex. précipitation
- c. suppression de matières solides dans des solutions par le biais de filtres à sable ou par adsorption sur du charbon actif avant d'utiliser les procédés avec échange d'ions
- d. recours à des mesures de conductivité pour surveiller et faire fonctionner l'installation d'échangeurs d'ions (combinaison cation-anion). Très sensible et ne risque pas d'être perturbé par des interférences.

Autres paramètres d'essai éventuels : huiles, matières émulsifiées (perte de combustion), matières solides à l'admission de l'échangeur d'ions, valeur du pH, hydrocarbures aromatiques, hydrocarbures chlorés et acides organiques.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Amélioration des procédés avec échange d'ions.

**Données opérationnelles**

Les échangeurs d'ions ne peuvent fonctionner que dans des solutions « propres », c'est-à-dire des solutions qui contiennent principalement des ions mais pas des éléments constitutifs solides.

**Références bibliographiques**

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

**4.3.1.15 Filtration sur membrane****Description**

L'exigence de résistance au nettoyage, de durée de vie ainsi que de faible coût de fabrication des membranes, s'applique à toutes les procédures utilisant des membranes. Le choix d'une membrane adéquate revêt donc une importance capitale pour le traitement des déchets. Certaines techniques de sélection et d'utilisation d'une membrane adaptée comportent :

- a. examen en laboratoire avant de choisir la membrane adaptée au déchet à traiter
- b. soumission du perméat et du concentrat résultants de l'ultrafiltration à un traitement ultérieur. Dans le cas du perméat, il peut s'agir de détoxification, de neutralisation, de précipitation ou d'évaporation. Dans le cas du concentrat, il peut être nécessaire de l'éliminer.
- c. surveillance des paramètres suivants dans les systèmes à micro et/ou ultrafiltration :
  - valeur du pH
  - débit
  - conductivité électrique
  - pression, température
  - teneur en huile
  - rendement et/ou qualité du perméat (par ex. valeur de trouble, hydrocarbures)
  - cyanure, nitrite, chromate
  - teneur en solides

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Cette technique offre certains avantages :

- il n'est pas nécessaire d'ajouter des produits chimiques (pas de conversion matérielle)



- aucune contamination supplémentaire des eaux résiduaires par des produits chimiques (pas de salinisation).

### Effets multimiliieux

Le procédé a des besoins en énergie.

### Données opérationnelles

La filtration sur membrane peut être automatisée. Par ailleurs, ces unités de filtration ont besoin de peu d'espace.

### Applicabilité

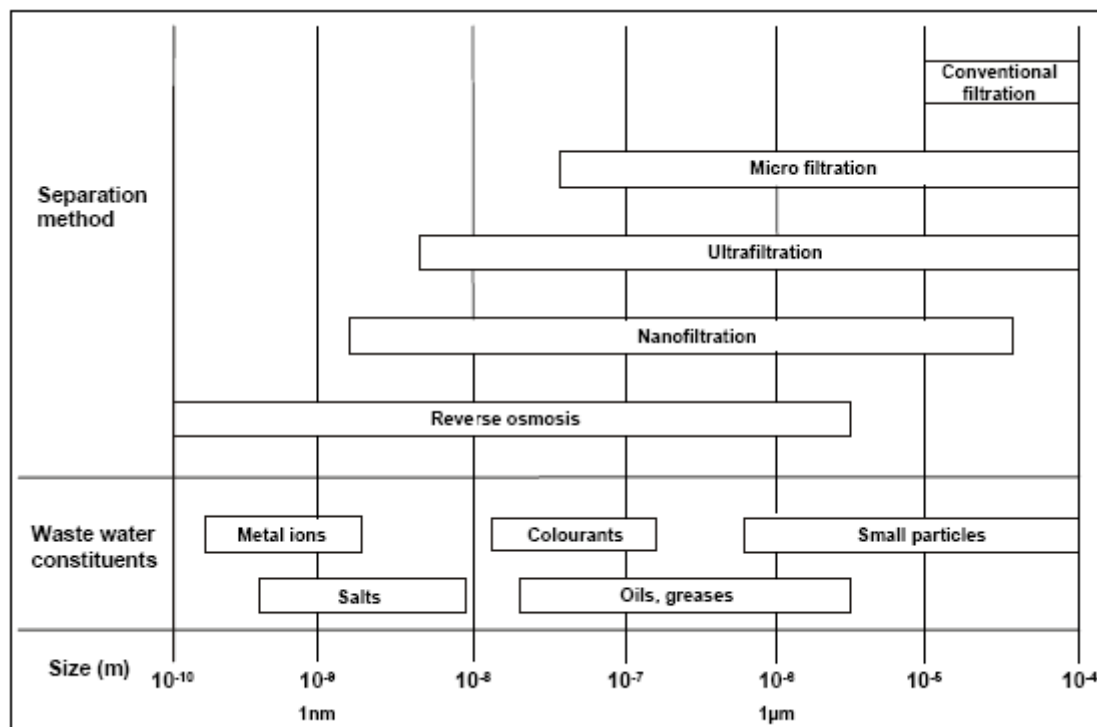
Les procédures avec membrane sont adaptées au traitement des déchets si ces derniers sont prétraités ou pour des déchets dont il est prouvé qu'ils sont adaptés à la filtration sur membrane. Les matériaux qui entraînent des changements défavorables dans les membranes, tels que l'adhésion ou le gonflement de la membrane, doivent être séparés. En tenant compte de ces contraintes, la filtration sur membrane est :

- adaptée aux eaux résiduaires faiblement et fortement chargées
- utilisable dans la séparation des émulsions, indépendamment du type, de la concentration ou de la stabilité.

Type of substance	Effet sur la membrane	Technique pour surmonter le problème avec la membrane
Solides avec une dimension de grain > 0,5 mm	Blocage, usure de la membrane	Adaptée avec une phase de pré-épuración
Solvants	Gonflement de la membrane, modifications structurelles, réduit la perméabilité	Empêcher l'introduction
Solutions basiques et acides avec valeurs de pH extrêmes	Risque de destruction du matériau de la membrane	Ajuster la valeur du pH
Matières organiques (avec membranes en acétate de cellulose)	Endommagement de la membrane par pourriture	A l'aide de bactéricides
Silicone (à partir de 0,1 %)	Blocage de la membrane	Empêcher l'introduction dans la membrane
Exempte d'huile (à partir de 1,0 %)	Blocage de la membrane <sup>1</sup>	Empêcher l'introduction dans la membrane
L'utilisation de RO et éventuellement de NF avec des niveaux d'huile supérieurs à 1 % ne fonctionnera pas correctement sur une période opérationnelle prolongée sans des prétraitements très approfondis.		

**Tableau 4.21 : Techniques à prendre en compte dans la technologie de membrane**  
[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

En principe, la technologie sur membrane peut être utilisée pour les objectifs représentés dans la Figure 4.4.



Separation method	Méthode de séparation
Conventional filtration	Filtration classique
Micro filtration	Micro filtration
Ultrafiltration	Ultrafiltration
Nanofiltration	Nanofiltration
Reverser osmosis	Osmose inverse
Waste water constituents	Eléments constitutifs des eaux résiduaires
Meta ions	Ions métal
Colourants	Colorants
Small particles	Petites particules
Salts	Sels
Oils, greases	Huiles, graisses
Size	Dimension

**Figure 4.4 : Classification de la technologie membranaire en fonction de la tâche de séparation**

[121, Schmidt and institute or environmental and waste management, 2002]

#### Aspects économiques

Ce procédé étant en général automatisé, les frais de personnel sont faibles.

#### Références bibliographiques

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

### 4.3.1.16 Sédimentation

#### Description

La sédimentation se fait dans des clarificateurs qui doivent être conçus de manière spécifique avec une arrivée, une sortie, une zone de sédimentation et un voile de boue d'épuration (ou zone de boue). Il est recommandé d'ajouter des agents de floculation aux boues d'épuration et aux eaux résiduaires à traiter en vue d'accélérer le processus de sédimentation et de faciliter la séparation ultérieure des éléments solides.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Augmente l'efficacité de la sédimentation. La sédimentation des solides simplifie en général les procédures de traitement des déchets qui suivent. A cet égard, dans la bonne partie du procédé, la sédimentation représente un avantage dans le traitement des déchets des usines de traitement physico-chimique. Toutefois, des procédés de sédimentation involontaires, par ex. dans des conteneurs de réaction, sont un inconvénient car ces procédés peuvent être affectés et souvent l'élimination des sédiments accumulés entraîne des frais considérables.

### **Effets multimiliieux**

Création, en règle générale d'un résidu. L'ajout de flocculants implique qu'ils apparaîtront dans les eaux résiduaires traitées ou qu'ils seront présents dans le solide séparé.

### **Données opérationnelles**

L'efficacité du procédé de sédimentation est affectée par les caractéristiques des eaux résiduaires et des solides en suspension, par les variations du débit et du fonctionnement général. Dans la pratique, les agents de sédimentation suivants se sont avérés bénéfiques :

- lait de chaux  $\text{Ca(OH)}_2$
- chlorure de fer (III)  $\text{FeCl}_3$
- polyélectrolytes.

### **Applicabilité**

Les éléments solides peuvent être des particules individuelles en suspension qui se sédimentent elles-mêmes ; il peut également y avoir toute une plage de dimensions et de caractéristiques de surface qui nécessitent ensuite la formation de suspensions de floculation pour coaguler et sédimenter la masse, c'est-à-dire par le biais d'un conditionnement chimique. Dans certains cas, il n'est pas nécessaire d'utiliser des agents de floculation car les solides se sédimentent eux-mêmes ou parce qu'ils ne sont pas efficaces.

### **Aspects économiques**

Cette technique permet de réaliser des économies dans les frais de rejet et de transport car les sédiments seuls sont à gérer et non la totalité de la suspension aqueuse.

### **Installations type**

Usines de papeterie (sédimentation des fibres de cellulose qui sont trop courtes) et d'autres installations avec une forte teneur en solides en suspension dans les eaux résiduaires.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

#### **4.3.1.17 Criblage**

##### **Description**

Voir Section 2.3.2. Certaines techniques des opérations de criblage impliquent :

- a. éviter la surcharge de l'équipement de criblage (optiquement en surveillant les commandes de l'équipement ou automatiquement en bloquant la pompe de matière de charge à l'aide de l'indicateur de niveau du conteneur de stockage)
- b. nettoyer correctement les ouvertures des filtres en fonction des besoins (optique, empirique). Certaines mesures de nettoyage préconisées comportent un nettoyage rapide et un passage au jet haute pression ou vapeur.
- c. s'assurer qu'il y a une évacuation sans entrave de la sous-verse et surverse de filtre (par le biais de l'utilisation de mécanismes d'arrêt optiques de la pompe de charge ou autres contrôles).

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Le criblage des déchets se fait à titre de procédure de traitement initial. La séparation des particules qui peuvent être préjudiciables à l'équipement, au procédé ou aux produits est avantageuse pour toutes les mesures ultérieures de traitement des déchets.

**Données opérationnelles**

Les cribles présentent différents avantages : construction simple, robuste, besoins en maintenance réduits, convivialité et bonne fiabilité. Les inconvénients sont en général dus aux déchets eux-mêmes, par exemple, il peut y avoir engorgement des ouvertures du filtre sous l'effet de la viscosité des déchets liquides, ce qui empêche ensuite la séparation.

**Références bibliographiques**

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002]

**4.3.1.18 Extraction au solvant****Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. utiliser des procédés bien exploités et régulés
- b. renvoyer le solvant d'extraction pour le réemploi en boucle fermée.
- c. utiliser des agents antimousse en cas d'intervention de défauts dans l'extraction dus à des substances actives en surface (par ex. tenseurs) issues des procédés de mélange
- d. éviter l'emploi de solvants ayant des caractéristiques chimiques comparables au composant à extraire afin de ne pas avoir les effets d'une mauvaise séparation, par ex. dans le cas de mélanges azéotropes
- e. améliorer les performances de séparation durant l'extraction en augmentant la température
- f. séparer les substances qui peuvent avoir des effets négatifs dans les procédures de prétraitement.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Améliore les performances environnementales de l'extraction au solvant. Le recours à l'extraction s'explique notamment par : sa faible consommation en énergie pour la séparation des substances, des eaux résiduaires à faible concentration jusqu'à une plage ppm ; la possibilité d'extraire les substances non solubles ainsi que le niveau élevé de sélectivité que l'on peut obtenir en faisant appel à des composants réactifs et à des agents d'extraction adaptés durant le procédé d'extraction.

**Effets multimiliex**

Émissions de COV dans l'air.

**Aspects économiques**

Économie de matière première et de frais de transport si la distillation peut être réalisée sur site.

**Installations type**

De nombreux systèmes renvoient le solvant d'extraction pour être réutilisé en boucle fermée.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

### 4.3.1.19 Techniques dans le cas du traitement des eaux résiduaires contenant des métaux précieux

#### Description

Les déchets liquides issus de l'industrie photographique contiennent plusieurs composés toxiques qui ne se dégradent pas facilement. Le recours à des traitements physico-chimiques et biologiques, y compris l'évaporation, permet de réduire la diffusion de ces produits dans l'environnement. Exemples de techniques :

- a. pour les eaux résiduaires issues de la photographie noir et blanc, la récupération des métaux lorsque la concentration d'argent est supérieure à 50 mg/l et l'épuration sont suivis par l'évaporation et l'incinération du concentrat dans un four à grilles ou un four à ciment
- b. pour les eaux résiduaires issues de la photographie couleur, la récupération des métaux lorsque la concentration d'argent est supérieure à 100 mg/l et l'épuration sont suivis par l'évaporation et l'incinération du concentrat dans un four à grilles ou un four à ciment.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduction de la consommation de produits chimiques et de la production de boues d'épuration en comparaison avec la détoxification, à la neutralisation et à l'assèchement pour l'élimination des métaux à l'aide de produits chimiques.

#### Effets multimiliieux

Augmentation de la consommation en énergie en comparaison avec la détoxification, la neutralisation et l'assèchement pour l'élimination des métaux à l'aide de produits chimiques, par ex. :

- électricité pour l'électrolyse
- chaleur pour l'évaporation.

#### Données opérationnelles

La précipitation de sulfures et l'ultrafiltration génèrent une boue sulfurée avec des eaux résiduaires issues du développement photographique à environ 5 à 10 kg/m<sup>3</sup>. Des procédés pyrométallurgiques qui génèrent des résidus sous forme de scories récupèrent l'argent et les autres métaux à partir des boues. Le traitement physico-chimique et biologique des déchets liquides désargentés génère des boues d'épuration à environ 0,1 à 0,2 t/t d'eau résiduaire.

L'argent est récupéré pour être réutilisé et les concentrations d'argent et d'autres métaux dans les eaux résiduaires sont réduites. L'argent est récupéré à environ 95 %. La teneur en argent du perméat de filtration sur membrane est inférieure à 1 mg/l dans le cas d'eau des déchets du développement photo noir et blanc et inférieure à 10 mg/l dans le cas d'eau des déchets de développement de photo couleur.

#### Applicabilité

Les techniques pour la récupération des métaux sont applicables non seulement aux eaux des déchets du développement photographique mais également aux autres eaux résiduaires contenant les métaux (précieux) par ex. issues de l'industrie galvanique. L'électrolyse donne un meilleur rendement et réduit les

coûts en énergie car les métaux sont plus précieux et les concentrations sont plus élevées. La capacité de l'une des installations type pour la récupération de métaux va de 10 à 20 kt/an.

Les techniques de traitement physico-chimique et biologique pour les eaux des déchets liquides du développement photographique désargentées sont applicables aux eaux résiduaires similaires. Le Tableau 3.81 représente les critères d'acceptation pour les déchets liquides du développement photographique désargentés et les eaux résiduaires similaires (avec la même filière de traitement). L'une des installations type pour le traitement physico-chimique et biologique a une capacité d'environ 100 à 200 kt/an.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Normes en matière d'effluent établies en s'appuyant sur la Loi sur la Pollution des eaux de surface (Surface waters Pollution Act) .

#### **Installations type**

Deux installations type aux Pays-Bas.

#### **Références bibliographiques**

[150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

### **4.3.1.20 Techniques pour le traitement des déchets marins aqueux**

#### **Description**

On distingue dans le traitement des déchets marins aqueux le traitement des eaux résiduaires contenant de l'huile et celui des eaux résiduaires contenant des produits chimiques. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. appliquer des procédés de prétraitement spécifiques dans le cas d'eaux résiduaires contenant des métaux (voir Section 4.3.1.19 ci-dessus)
- b. appliquer un prétraitement physico-chimique et un traitement biologique dans le cas d'eaux résiduaires contenant de l'huile
- c. traiter les gaz d'échappement en vue de réduire les COV et les émissions d'odeurs
- d. définir les normes d'acceptation et de traitement (concentrations maximales dans les déchets) pour chaque filière de traitement
- e. séparer les huiles /produits chimiques, l'eau et la boue
- f. préparer la fraction d'huile ou chimique pour être utilisée en qualité de combustible, le cas échéant
- g. appliquer des normes (concentrations maximales) pour le mélange des déchets à utiliser en qualité de combustible
- h. ne pas mélanger ou diluer les eaux résiduaires afin de satisfaire les normes en matière d'effluents
- i. assécher les boues d'épuration et, le cas échéant, appliquer un traitement thermique en vue de réutiliser les matières
- j. traiter les eaux résiduaires.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Comparé au rejet des eaux résiduaires non traitées ou au simple traitement biologique, les techniques décrites réduisent les émissions de contaminants dans les eaux de surface.

#### **Effets multimilieux**

- production d'une boue qui doit être éliminée ou subir un autre traitement
- consommation de produits chimiques
- consommation d'énergie

- émissions dans l'air, par ex. COV et odeurs.

### Données opérationnelles

Le tableau 4.22 donne des informations sur l'efficacité de l'élimination avec des traitements par floculation/flottation et biologiques aérobies pour une installation de traitement des eaux résiduaires.

Composant	Efficacité de l'élimination par floculation/flottation (%)	Efficacité de l'élimination par traitement biologique aérobie (%)	Efficacité totale du traitement des eaux résiduaires (%) <sup>2</sup>
Particules en suspension	>99	-	>99
Huile	>99 <sup>1</sup>	99	>99
DCO	20	85	88
Phénols	-	99	99
N Total (Kjeldahl)	-	50	50
P	-	50	50
BTEX	75	99	99,7
HAP	96	95	99
CN	-	75	75
EOX + VOX	30	97	98
EOX	85	85	98
Métaux lourds	80	-	80
Cd	80	-	80
Hg	>90	-	>80
<sup>1</sup> élimination de la couche d'huile <sup>2</sup> total des traitements par floculation/flottation et biologiques			

**Tableau 4.22 : Efficacité d'élimination des traitements par floculation/flottation et des traitements biologiques des eaux résiduaires**

Des émissions de COV sont rejetées dans l'air à partir des réservoirs pendant le stockage et le transfert, à partir des installations de traitement et des fuites de joints. Il est possible de réduire les émissions en mettant les installations à l'abri, en procédant à des inspections et à de l'entretien pour éviter les fuites.

Le traitement des gaz d'échappement par filtrage, lavage ou incinération peut réduire ces émissions. Un biofiltre ou un filtre à charbon actif peuvent permettre d'éviter les émissions de COV et les odeurs. Une alternative pour la réduction de ces émissions est l'aération avec de l'oxygène au lieu de l'air. Ceci réduit le débit d'arrivée d'air et les gaz d'échappement. Les inconvénients sont une plus grande consommation d'oxygène et une consommation plus importante d'énergie de pompage pour compenser la réduction du mélange due à la réduction de l'air soufflé.

Dans le cas du traitement des gaz d'échappement, les émissions varient d'environ 0,01 kg/m<sup>3</sup> d'eaux résiduaires dans le cas de l'incinération, avec une efficacité de 99,9 % à 0,05 kg/m<sup>3</sup> d'eaux résiduaires dans le cas d'un séparateur humide.

### Applicabilité

Les installations type ont des capacités qui vont de 200 à 500 m<sup>3</sup>/an.

### Agent moteur pour la mise en œuvre



Normes sur les effluents établies à partir de la Surface Waters Pollution Act (Loi sur la pollution des eaux de surface) aux Pays-Bas.

### Installations type

Deux installations type aux Pays-Bas.

### Références bibliographiques

[150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

#### 4.3.1.21 Techniques de réduction appliquées aux usines de traitement physico-chimique

Le Tableau 4.23 représente les techniques de réduction appliquées aux usines de traitement physico-chimique

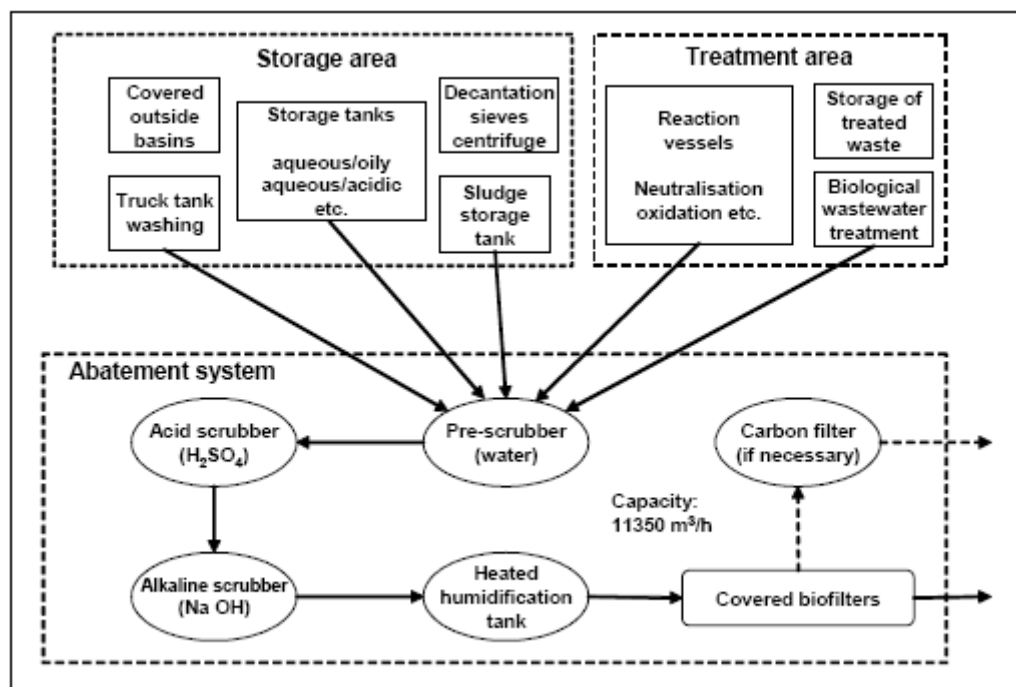
Installation	Épuration des fumées pour l'aire de traitement /réacteurs <sup>a)</sup>	Réduction de l'air/épuration des fumées dans les aires d'entreposage
Solidification	Filtre à manches	filtre à manches
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Laveur-épurateur pour acides Laveur-épurateur pour NH <sub>3</sub> en fonctionnement, si nécessaire	n.a.
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Laveur-épurateur pour acides Laveur-épurateur oxydant	Filtre au charbon pour certains réservoirs contenant des déchets huileux
Usine physico-chimique multifonctionnelle	L'épuration des fumées est utilisée durant l'incinération des déchets dangereux	n.a.
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Système d'épuration en 4 à 5 phases : Laveur à l'eau (éliminant les aérosols contenant de l'huile et de la poussière) Laveur-épurateur pour acides Laveur-épurateur pour NH <sub>3</sub> Biofiltre, système fermé Filtre au charbon en fonctionnement, si besoin	Ventilation de l'ensemble de l'installation, épuration des fumées
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Laveur-épurateur pour NH <sub>3</sub> Biofiltre	Biofiltre
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Laveur-épurateur pour acides Laveur-épurateur pour NH <sub>3</sub>	Ventilation
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Laveur-épurateur en fonctionnement durant l'oxydation des cyanures ou nitrites	Ventilation
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Laveur-épurateur pour acides Laveur-épurateur oxydant Biofiltre pour partie organique part	Biofiltre avec épuration des fumées du traitement biologique des déchets solides municipaux
Usine physico-chimique multifonctionnelle	Laveur-épurateur pour acides Laveur-épurateur pour NH <sub>3</sub> Biofiltre (système fermé) Cheminée pour gaz d'épuration des fumées	Biofiltre

Lavage des sols / installation par attrition	Laveur épurateur à 1 phase	n.a.
<sup>a)</sup> De nombreuses installations font appel à des laveurs épurateurs uniquement durant la phase de traitement physico-chimique et dans la cuve de réaction. D'autres installations utilisent le système de réduction d'air en continu n.a aucune information disponible		

**Tableau 4.23 : Épuration des fumées dans les usines de traitement physico-chimiques importantes en Autriche**

[150, TWG, 2004]

La Figure 4.5 et le Tableau 4.24 présentent des systèmes de réduction d'air d'une installation autrichienne et les paramètres des eaux résiduaires obtenus après le traitement biologique des eaux résiduaires.



Storage area	Aire de stockage
Traitement area	Aire de traitement
Covered outside basins	Bassins extérieurs couverts
Storage tanks	Réservoirs de stockage
Aqueous/oily	Aqueux/huileux
Aqueous/acidic	Aqueux/acide
Truck tank washing	Lavage des camions citerne
Decantation sieves centrifuge	Décantation cribles centrifuge
Sludge storage tank	Réservoir de stockage des boues d'épuration
Reaction vessels	Cuves de réaction
Neutralisation oxidation etc.	Neutralisation oxydation etc.
Storage of treated waste	Stockage des déchets traités
Biological wastewater treatment	Traitement des eaux résiduaires biologiques

Abatement system	Système de réduction
Acide scrubber	Laveur pour acide
Pré-scrubber (water)	Pré laveur épurateur (eau)
Carbon filter (if necessary)	Filtre au charbon (si besoin)
Capacity	Capacité
Alkaline scrubber	laveur épurateur en milieu alcalin
Heated humidification tank	Réservoir d'humidification chauffé
Covered biofilters	Biofiltres couverts

**Figure 4.5 :** Système de contrôle de l'air et de réduction de la pollution d'une usine physico-chimique  
[150, TWG, 2004]

Paramètre	Charge de départ (effluent primaire) (mg/l)		Effluent après traitement discontinu	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
COD	2500	12000	600	1500
NH <sub>4</sub> -N <sup>a)</sup>	25	16000	<1	150
Nitrite	10	300	<1	<1
Nitrate	10	1000	<1	<1
Phénols	10	500	<2	<2
Teneur en huile	~	~	<0,5	—

a) Effluent après traitement biologique : Fréquemment autour de 20 mg/l

**Tableau 4.24 :** Concentration des effluents pour une usine autrichienne avant et après le traitement des eaux résiduaires tertiaires (traitement biologique discontinu séquentiel sur site)  
[150, TWG, 2004]

### 4.3.2 Techniques pour les traitements physico-chimiques des solides et des boues d'épuration

#### 4.3.2.1 Prétraitement avant immobilisation

##### Description

Le prétraitement avant immobilisation se compose principalement du lavage/lixiviation des sels avec de l'eau et du prétraitement physico-chimique des métaux (particulièrement insolubilisation des métaux amphotères). Le traitement ultérieur, la solidification, n'est pas couvert dans la présente Section.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Ce traitement produit un gâteau de filtration d'une toxicité et d'une solubilité réduites et des eaux salées. Il aide à réduire la lixivabilité des déchets SORTANTS et la contamination par lixiviation des composés solubles.

##### Données opérationnelles

Le processus est plus sophistiqué que celui d'une simple solidification.

##### Applicabilité

Les déchets contenant des chromates, des métaux amphotères tels que du plomb et du zinc et des déchets avec une certaine teneur en sels solubles ont, en règle générale, besoin d'un prétraitement avant d'être

soumis au procédé d'immobilisation. Ce prétraitement permet de traiter les cendres volantes et les sels issus de la déchloration des effluents gazeux lors de l'incinération des déchets ménagers. Il peut également être appliqué aux cendres volantes issues du traitement à la chaux des effluents gazeux et du traitement avec du bicarbonate de soude. Dans ce dernier cas (bicarbonate de soude), il dissocie les composants solubles et non-solubles et réduit la quantité de rejet dans les décharges en recyclant les sels solubles dans une usine de carbonate de sodium.

### Aspects économiques

Les frais d'investissement sont supérieurs à ceux d'un procédé de solidification seul.

### Installations type

Cette technique est déjà appliquée dans une usine à grande échelle en France qui traite 1 000 tonnes par an de cendres volantes produites en France.

### Références bibliographiques

[136, Straetmans, 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.3.2.2 Activités de laboratoire

### Description

Certaines techniques relatives aux activités de laboratoire comportent :

- a. disposer d'un laboratoire sur site
- b. appliquer le contrôle qualité (pour inclure les essais de lessivabilité et de résistance à la compression, c'est-à-dire pour les procédés de solidification), y compris le criblage de chaque déchet proposé pour s'assurer que les déchets contenant des inhibiteurs de procédé sont exclus. En présence d'inhibiteurs, se reporter à la technique « c » ci-dessous. Pour chaque flux de déchets, des essais en laboratoire doivent être réalisés en vue d'optimiser l'efficacité du mélange et de la quantité d'absorbants/liants à ajouter et pour identifier une « formule » optimale à utiliser lors du traitement ultérieur à pleine échelle si le flux de déchet en question est adapté. Tout essai de ce type doit tenir compte de l'impact des différents flux de déchets traités dans la même cuvette et doit, par ailleurs, identifier un délai de séjour minimum dans la cuve de réaction. Il convient de tenir des archives sur les flux de déchets qui ont déjà été testés, ces archives devant faire apparaître s'ils ont été acceptés comme adaptés au traitement par le procédé ou s'ils ont été rejetés (voir Section 4.1.1).
- c. traiter tout inhibiteur identifié dans la formulation du liant avec des liants/additifs secondaires. Ici, il est essentiel de confirmer que c'est le cas en mettant en œuvre des études de faisabilité pour chaque flux de déchets.
- d. spécifier le délai de conservation des échantillons à garder disponibles pour analyse. Ceci doit inclure une référence au délai adopté pour atteindre la stabilité totale (voir section Effets multimilieux ci-dessous) du produit final.
- e. démontrer comment les déchets de non-conformité des cuvettes seront traités
- f. tester la lessivabilité des produits inorganiques en utilisant les procédures de lixiviation CEN normalisées et en appliquant le niveau d'essai approprié : caractérisation de base, essai de respect ou vérification sur site.
- g. mettre en œuvre des procédures d'acceptation lorsque les déchets arrivent à l'installation, notamment des essais de lessivabilité pour chaque chargement avant le traitement afin de confirmer les niveaux de substances indicateurs clefs identifiés à la phase de pré-acceptation
- h. analyser le groupe suivant de composés susceptibles de provoquer des problèmes lors de la mise en décharge : Cl, CN, F, sulfates, hydrocarbures, HAP, PCB, phénols, As, Cd, total Cr, Cr(VI), Hg, Ni, Pb, Zn.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Il est essentiel de disposer d'un laboratoire sur site pour garantir que les contrôles en entrée de procédé nécessaires sont en place et que le déchet SORTANT généré est cohérent.

### **Effets multimilieus**

Des années peuvent être nécessaires pour que des systèmes à base de ciment ou de chaux se stabilisent et des décennies/des siècles, voire plus longtemps pour atteindre l'équilibre avec l'environnement local. C'est pourquoi, sur le plan technique il peut être irréaliste de parler de stabilité totale.

### **Applicabilité**

Remarque concernant la technique « f » dans la section description ci-dessus : les traitements physico-chimiques sont appliqués à des matières monolithiques et granulaires (par ex. traitement des cendres lourdes).

Remarque concernant la technique « g » abordée dans la section description ci-dessus, on se demande parfois, si la mise en œuvre d'un test de lessivabilité sur chaque chargement avant le traitement dans le cas de flux de déchets bien caractérisés est justifiée sur le plan environnemental et économique ou s'il y a une dimension de chargement minimale.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

La Directive sur les décharges 1999/31/CE et la Décision du Conseil 2003/33/EC (CEN) traitent les paramètres à prendre en compte pour déterminer si un déchet peut être mis en décharge :

- La Directive sur les décharges (1999/31/EC) spécifie les principes de caractérisation des déchets avant leur mise en décharge, à savoir : a) l'application d'une procédure de caractérisation en trois étapes (caractérisation de base, essais de conformité, vérification sur site) et b) l'Annexe II de la Directive sur les décharges stipule que les paramètres de composition, de lessivabilité, de comportement à long terme et les propriétés générales d'un déchet à mettre en décharge doivent être connus avec autant de précision que possible.
- Les procédures CEN spécifient dans quelles conditions les tests doivent être effectués et quels types d'essais doivent être utilisés.
- 2003/33/EC établit les critères et les procédés pour l'acceptation des déchets dans les décharges. Ce texte énonce également les critères d'acceptation des déchets, les méthodes d'échantillonnage et d'essai.

Pour l'application de la technique « h » (à partir de la section description ci-dessus) en France, les HAP et les PCB ne sont pas systématiquement analysés avant la stabilisation. L'analyse n'est mise en œuvre que lorsqu'on trouve des HAP et des PCB en grandes quantités (ce que l'on peut déduire de l'origine des déchets).

### **Références bibliographiques**

[51, Inertec et al., 2002], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### **4.3.2.3 Immobilisation**

##### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. définition d'une plage acceptable de caractéristiques d'un déchet qui peut être traité de manière efficace par le procédé. Cette plage sera déterminée par l'aptitude du procédé à immobiliser le produit chimique/ion en question, pour s'assurer que le produit final satisfait une spécification définie.

- b. utilisation de cuves de réaction conçues de manière adéquate pour l'ensemble des procédés d'immobilisation
- c. mise en œuvre de ces procédés dans des cuves de réaction contrôlées. Le degré de contrôle de procédé nécessaire pour garantir les bons ratios de déchets et de réactifs/liants pénétrant dans le procédé et qu'un mélange suffisant (et durée de séjour) soit atteint, il est essentiel que ces cuves atteignent ces objectifs. Il est également nécessaire de disposer de dispositifs de chargement, déchargement et de mélange automatisés qui peuvent être surveillés et contrôlés.
- d. utilisation d'une surveillance de procédé adéquate à l'intérieur de systèmes confinés et avec réduction de la pollution.
- e. mise en œuvre de procédures de pré-acceptation pour évaluer les déchets
- f. mise en œuvre de mesures pour limiter les produits réactifs poussiéreux
- g. limitation des déchets à ceux ayant de faibles concentrations de COV ou de composants odorants (voir sections Applicabilité et Multimilieux ci-dessous)
- h. emploi de méthodes de chargement contrôlés et en espace confiné
- i. mélange de réactifs et de déchets en utilisant les hélices ou des systèmes de mélange faisant partie intégrante de la cuve de mélange.
- j. utilisation d'alimentateurs à vis, de moyens pneumatiques ou par gravité pour manipuler les systèmes de transfert en vrac des déchets secs et des réactifs.
- k. suppression du besoin de décanter les déchets liquides venant de fûts et de conteneurs en utilisant des réservoirs « d'appoint » séparés pour prémélanger les liquides et les boues d'épuration pompables
- l. charge de départ acheminée dans la cuve de mélange par des tuyauteries
- m. utilisation de systèmes d'extraction conçus pour tenir compte de l'évacuation de volumes importants d'air présent en raison des dimensions des aires de mélange et de la nécessité de permettre l'accès des véhicules pour le chargement et le déchargement. Il sera également nécessaire de démontrer que la conception des systèmes d'extraction est à même de contrôler l'ensemble des émissions prévisibles, en dehors des situations d'urgence.
- n. mise en place d'un système de réduction de pollution central pour gérer le débit d'air ainsi que les chargements de pointe associés au chargement et au déchargement
- o. détail des méthodes de traitement et d'élimination de toutes les liqueurs d'épurateurs laveurs usées et des absorbants (par exemple, charbon actif et émissions piégées)
- p. programme d'inspection et d'entretien régulier en place, avec notamment :
  - remplacement des cuves enterrées ou partiellement enterrées sans enceinte secondaire par des structures hors sol
  - remplacement des structures sans enceintes secondaire
- q. mise en œuvre de traitements physico-chimiques tels que des réactions de neutralisation dans la phase liquide afin d'améliorer le contrôle du mélange et du procédé
- r. garantie que les réactions de neutralisation de la phase solide ont été mises en œuvre jusqu'au terme de la réaction
- s. liants hydrauliques complétés par des réactifs chimiques spécifiques, notamment pour :
  - la fixation du mercure sous forme de  $\text{HgS}$  et  $\text{Hg}_3(\text{SO}_4)\text{O}_2$
  - la fixation de métaux sous forme de boues d'hydroxyde métallique (par ex. Zn, Pb, Cu, Cr, Cd) sous forme de composés insolubles et par solidification
  - la réduction du chrome hexavalent en conditions basiques (par ex. par  $\text{FeSO}_4$ ), suivie par la précipitation et la solidification
  - la fixation de composés organiques issus de boues d'épuration de l'industrie chimique et contenant des sulfates et des sels organiques, suivie par la précipitation des sulfates pour assurer la durabilité de la structure, par exemple en ajoutant de l'argile en vue d'adsorber les produits organiques
  - une forte teneur en arsenic (par ex. issue de l'industrie chimique ou métallurgique ou du traitement d'un minerai) par oxydation d'As (III), suivi par la stabilisation et la solidification

- t. possibilité d'augmenter la qualité du produit final en utilisant des additifs (par exemple, réactifs hydrophobes, etc.)
- u. ne pas s'en remettre aux seuls procédés de stabilisation pour l'élimination des déchets réfractaires qui sont difficiles à traiter et coûteux à incinérer. Ils comportent des cyanures solides, des agents oxydants, des agents chélatants, des déchets à forte teneur en COT, des déchets contenant des solvants avec un point d'éclair bas et les bouteilles de gaz.
- v. limitation de la quantité de réactifs (y compris les liants chimiques et physiques et les réactifs de solidification) qui peuvent être ajoutés pour prévenir la dilution
- w. mise en œuvre sur demande d'immobilisation spécialisée en utilisant des liants spécialisés développés dans des essais de laboratoire pour des flux de déchets spécifiques.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Améliore les performances environnementales des techniques d'immobilisation (par ex. réduction de la perméabilité, réduction de la surface spécifique, mise en tampon chimique). La stabilisation est un procédé froid qui, par conséquent, ne consomme pas d'énergie. Les déchets SORTANTS issus de ces techniques présentent, en règle générale, de très bonnes caractéristiques de lixiviation/physico-chimiques. Le procédé étant un procédé froid, les émanations gazeuses ou la pollution de l'air sont mineures (par ex. générées par l'utilisation de combustibles). Avec du ciment comme immobilisateur, on peut obtenir une perméabilité de l'eau de  $3,7 \cdot 10^{-11}$  m/s dans le produit final.

### Effets multimiliieux

Les ratios de déchets SORTANTS/déchets ENTRANTS vont de 1,2 à 2,4 en poids et généralement, se situent entre 0,9 et 1,4 en volume (en raison de l'augmentation typique de la densité des déchets SORTANTS comparée aux déchets ENTRANTS). Le procédé permet donc d'obtenir une augmentation de poids et un changement mineur de volume.

Afin d'éviter les émissions de COV (voir technique « g » dans la section description ci-dessus), les déchets contenant des COV peuvent être traités dans une cuve de mélange fermée (par ex. malaxeuse) traitant les COV émis qui ne sont pas solidifiés par exemple avec des épureurs laveurs. De tels traitements secondaires peuvent éviter une double manutention (par ex. désorption thermique pour traiter les COV suivie par stabilisation/solidification pour traiter les métaux).

L'immobilisation ne peut pas réduire la teneur en contaminant des déchets, elle ne peut que changer la composition chimique par certaines réactions chimiques. Les déchets organiques ne sont en général pas immobilisés par la stabilisation/solidification ils sont en général adsorbés par des corps solides. Quel que soit le point atteint par la stabilisation/solidification en tant que procédé, on considère que le déchet SORTANT n'est pas stable pendant une longue période de temps et que les composants des déchets SORTANTS peuvent s'échapper (par ex. lixiviation).

L'augmentation probable du pH et de la capacité alcaline du mélange à la suite de ce traitement peut entraîner une augmentation des propriétés lixiviantes pour les métaux amphotères (pour un pH au-dessus de 12,5 pour le plomb et le cadmium), des éléments sensibles au pH tels que l'arsenic et les cyanures ainsi que certains composants organiques.

### Données opérationnelles

Cette technique est facile à utiliser et le procédé est relativement simple. La consommation en énergie est faible. Lorsque du ciment est utilisé en tant que matériau de stabilisation, le rapport entre les déchets à traiter et le ciment utilisé se situe entre 1/3 et 1/4, en fonction du type de déchets.

### Applicabilité

Ces techniques ont le plus de chance d'être efficaces dans le traitement des déchets inorganiques qui ont une solubilité déjà assez faible. Elles permettent de traiter une large plage de déchets (liquides, solides,



de nombreux polluants chimiques, cendres, etc.). Les déchets contenant des chromates, des métaux amphotères tels que le Pb et le Zn et les déchets ayant une certaine teneur en sels solubles doivent, en général, être soumis à un prétraitement avant le procédé d'immobilisation. Certains déchets sont inadaptés à l'immobilisation, notamment :

- les déchets inflammables et fortement inflammables (par ex. solvants avec un point d'éclair bas)
- les déchets contenant des substances volatiles. Parfois, des concentrations très faibles de COV peuvent être acceptées.
- les agents oxydants. Parfois des concentrations très faibles d'agents oxydants peuvent être acceptées
- les déchets odorants. Parfois, des matériaux avec une très faible odeur peuvent être acceptés
- les déchets contenant des déchets organiques fortement solubles et une forte teneur en DCO
- les déchets contenant du molybdène
- les déchets contenant des sels inorganiques solubles
- les cyanures solides. Parfois, de très faibles concentrations de cyanures peuvent être acceptées
- agents chélatants. Parfois, des concentrations très faibles en agents chélatants peuvent être acceptées.

Certains des déchets mentionnés ci-dessus peuvent être traités avec des réactifs spécifiques. Ainsi, le ciment (comme on le voit dans le Tableau 4.26) et les réactifs à base de chaux sont compatibles avec les agents oxydants.

### **Aspects économiques**

Les procédés froids sont considérés comme des techniques attractives sur le plan économique. Elles font appel, en général, à un équipement simple et impliquent un investissement réduit (bétonnières, silos, pompes, etc.) et des coûts opérationnels réduits.

Les réactifs/liants sont utilisés lorsque cela est possible pour réduire les frais de traitement (cendres volantes issues des centrales électriques, mâchefer issu des laminoirs, résidus des fours à ciment). Les opérateurs ne sont pas toujours en mesure, (en raison des réglementations, de la disponibilité à proximité ou de l'intérêt pour un déchet spécifique, etc.) d'utiliser les déchets en tant que réactifs, même si cette option est, bien entendu, viable sur le plan économique.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Directive sur les décharges 1999/31/CE. Une dilution ou absorption physique simple, qui n'entraîne pas de modification physico-chimique associée n'est pas un procédé de traitement acceptable. Ainsi, l'absorption d'un liquide dans la sciure, afin qu'il ne soit plus un déchet liquide, n'est pas acceptable en qualité de prétraitement pour la mise en décharge.

**Installations type**

13 installations stabilisent environ 400 kilotonnes de déchets dangereux avant de les mettre en décharge, conformément à la réglementation française et, depuis 2004 -2005, conformément à la réglementation de la Commission européenne. Des unités mobiles sont également disponibles pour traiter certains points de déchets sur les sites industriels.

Au Portugal, une installation stabilise les cendres volantes issues de l'incinération des déchets solides municipaux avant leur mise en décharge.

**Références bibliographiques**

[51, Inertec et al., 2002], [52, Ecodeco, 2002], [53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [136, management, 2003], [150, TWG, 2004]

**4.3.2.4 Solidification au ciment****Description**

En général, les déchets sont mélangés avec du ciment portland et des additifs pour contrôler les propriétés du ciment et suffisamment d'eau pour assurer le déroulement des réactions d'hydratation pour lier le ciment. Les procédés de stabilisation et de solidification interviennent tous deux. Les déchets sont incorporés dans la matrice de ciment. En général, les déchets ENTRANTS réagissent avec l'eau et le ciment pour former, dans une certaine mesure, des hydroxydes de métaux ou carbonates qui sont en général moins solubles que les produits métalliques originaux dans la matrice de déchets.

Les techniques de solidification au ciment s'appuient sur l'utilisation d'un équipement qui est en général facilement disponible. Le mélange et la manutention associés aux procédés sont bien développés et la technique est robuste relativement aux variations des caractéristiques des déchets ENTRANTS.

Le produit solidifié est mis en décharge au niveau de la surface ou mis dans des dépôts souterrains. Dans certains pays, il peut être utilisé en tant que matériau de remblai des anciennes mines de sel.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Le principal avantage de la solidification au ciment est le contact réduit entre l'eau et les déchets ENTRANTS et, dans une certaine mesure, une formation moins importante d'hydroxydes de métaux ou de carbonates solubles. Il est également possible de traiter les métaux amphotères. Le produit solidifié est relativement facile à manipuler et le risque de formation de poussière est très réduit. Le rejet à court terme de métaux lourds des produits est, en règle générale, relativement faible. Dans certains cas, la technique facilite l'utilisation des déchets SORTANTS en tant que matériaux de remblai ou de construction dans l'industrie des mines.

Des développements récents dans ces technologies ont été entrepris en intégrant des additifs pour lier les contaminants difficiles avant l'encapsulation. L'arsenic, le plomb, les phénols (y compris PCP), PCB et les dioxines sont considérés comme des contaminants difficiles. On a constaté que le ciment peut catalyser ou participer à la déchloration réductive du trichloroéthylène.

### Effets multimiliieux

La plupart des études se sont axées sur le rejet éventuel à court terme de contaminants issus des déchets SORTANTS. Le comportement à long terme de déchets SORTANTS est beaucoup moins bien compris. Avec le temps, la lixiviation de la chaux devrait modifier les propriétés chimiques des déchets SORTANTS, de même que la lixiviation peut augmenter au fur et à mesure que le pH diminue. On doit toutefois s'attendre à ce que le délai nécessaire pour un rejet complet des déchets SORTANTS stabilisés se situe dans la plage de plusieurs centaines, voire des milliers d'années. Le niveau élevé du pH des systèmes à base de ciment peut se traduire par une lixiviation significative des métaux amphotères (Pb et Zn).

Les inconvénients de cette méthode sont que la lixiviation des sels solubles n'est pas entravée, ce qui peut se traduire par une désintégration physique du produit solidifié permettant donc une lixiviation ultérieure. Dans ce cas, la pénétration d'air peut donner une certaine carbonation, rectifiant partiellement l'augmentation de porosité et la perte de résistance.

L'ajout de ciment et d'additifs augmente la quantité de déchets à manipuler ; en général 30 à 50 % du poids sec des déchets ENTRANTS est ajouté sous forme de ciment et d'additifs et 30 à 100 % du poids sec total est ajouté sous forme d'eau. Par conséquent, l'augmentation des déchets SORTANTS est en général de 20 à 30 kg/tonne de déchets entrants, ce qui donne environ 40 à 60 kg/tonne de déchets, y compris un ajout d'eau correspondant à 50 % du poids sec total.

Si les métaux lourds ne sont pas valorisés à partir des résidus, ce qui est potentiellement possible mais est gourmand en énergie et coûteux, les contaminants seront tôt ou tard rejetés. Il faut souligner qu'à de tels horizons dans le temps, la majeure partie des métaux concernés sera rejetée à un moment où toutes les activités de collecte des produits de lixiviation issus des décharges auront sans doute été interrompues depuis de nombreuses années. Par ailleurs, l'emplacement du dépôt peut avoir été oublié car le secteur concerné aura sans doute, depuis longtemps, été reconverti à un autre usage.

Le ciment peut contenir certains composants toxiques tels que des cendres de carburant pulvérisées, de la poussière de four à ciment, du laitier de haut fourneau et du bitume.

### Données opérationnelles

La consommation en énergie et en eau varie et n'est pas quantifiée. Le fonctionnement et le contrôle de l'équipement utilisé par cette technique sont considérés comme relativement simples et comparables aux pratiques standard de l'industrie du béton.

### Applicabilité

La solidification est, en règle générale, mise en œuvre dans des installations dédiées situées à proximité de la destination finale de la matière finale ; par conséquent, il n'est pas nécessaire d'avoir des incinérateurs individuels pour installer un équipement de solidification. La technique peut être utilisée sur tous les types de déchets issus du traitement d'épuration des fumées (FGT). La solidification avec du ciment a également été utilisée avec de nombreux autres types de déchets dangereux, notamment pour l'élimination des déchets faiblement radioactifs. Le Tableau 4.26 de la Section suivante 4.3.2.5 présente des informations plus détaillées sur l'applicabilité de la technique au ciment.

### Aspects économiques

Dans la plupart des cas, les déchets ENTRANTS peuvent être livrés aux usines existantes. Les coûts de traitements pour la solidification au ciment seule sont estimés à environ 25 € par tonne de déchets ENTRANTS.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

La technique est relativement simple à utiliser et les connaissances techniques nécessaires sont largement disponibles. Les caractéristiques de lixiviation des produits solidifiés peuvent être

considérablement améliorées comparé aux déchets ENTRANTS non traités. La stabilisation des déchets issus du traitement d'épuration des fumées par solidification au ciment a longtemps été et est encore considérée comme acceptable par les autorités dans de nombreux pays dans le monde entier. La principale raison pour la mise en œuvre de cette technologie au Pays-Bas est l'absence de capacité de mise en décharge des déchets dangereux.

### Installations type

La technique est sans doute la méthode la plus largement utilisée pour le traitement des déchets FGT et est largement utilisée en Europe et au Japon. On trouvera ci-dessous certains exemples de solidification au ciment :

Pays	Caractéristiques
Autriche	Une installation pour la solidification au ciment du mâchefer et des cendres issues de l'incinération des déchets solides municipaux est opérationnelle à Vienne
Allemagne	Des sociétés de mines de sels acceptent plusieurs types de déchets (par ex. les déchets FGT, le mâchefer, les matériaux de démolition issus de la construction) et effectuent une solidification au ciment sur ces derniers en utilisant les résidus en tant que matière d'apport. Les déchets solidifiés SORTANTS sont principalement utilisés comme matériaux de remblai ou de renfort. La solidification au ciment est mise en œuvre pour certaines mines dans une installation centrale utilisant différentes recettes en fonction de la destination finale et des demandes. Le produit est transporté de l'installation de solidification centrale dans la mine destinataire.
Suède	Dans l'un site de décharge en Suède (Hogdalan) les déchets FGT solidifiés au ciment sont coulés en blocs et placés dans une décharge en surface après durcissement
Suisse	Une variation de la solidification au ciment est utilisée en Suisse (initialement financée par le gouvernement suisse et Sulzer) les déchets ENTRANTS y sont lavés avec de l'eau à un ratio liquide solide de 2/1 et asséchés avant le mélange avec le ciment. Ceci a l'avantage de retirer la plupart des sels solubles des déchets ENTRANTS, améliorant, par conséquent, la longévité du produit solidifié. Après solidification, les déchets SORTANTS sont déposés dans des décharges en surface avant durcissement. Dans certaines installations, le mélange est coulé dans des moules pour produire des blocs qui sont ensuite transportés dans des décharges en surface.

**Tableau 4.25 : Exemples de solidification au ciment**

[124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004]

### Références bibliographiques

[113, COWI A/S, 2002], [124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

#### 4.3.2.5 Utilisation d'autres réactifs dans le processus d'immobilisation

##### Description

Exemples de techniques

- enrobage au bitume
- carbonatation avec utilisation de CO<sub>2</sub>
- immobilisation avec des minéraux argileux.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Il est possible d'enrober les particules des cendres volantes dans du bitume, ce qui limite le contact potentiel avec l'eau. Ceci améliore les propriétés lixiviantes des cendres volantes et permet sans doute de diminuer le rejet de métaux lourds par rapport à la solidification au ciment.

Il est possible de stabiliser les résidus de l'incinération des déchets par carbonatation (en utilisant du CO<sub>2</sub>), plutôt que par hydratation (avec ou sans ajout de ciment). La carbonatation a un impact considérable sur la lixiviation du Pb et du Zn et donne un produit dont le pH est inférieur (autour de 9) sans perte de capacité de neutralisation acide.

### Effets multimilieux

Pour l'enrobage au bitume, on ne dispose d'aucune information sur l'éventuelle lixiviation des dioxines à partir de particules de cendres solidifiées, mais il est à noter que la méthode de solidification, en tant que telle, ne réduit pas la teneur originale.

### Applicabilité

Composants de Déchets	Réactif à base de ciment	Réactif à base de pouzzolane	Réactif thermoplastique	Réactif polymère organique
Matières organiques non polaires telles que : • Huile et graisse • hydrocarbures aromatiques • hydrocarbures halogénés • PCB	Peut gêner la prise. Diminution de durabilité sur une longue période. Des volatils peuvent s'échapper lors du mélange. Efficacité démontrée dans certaines conditions	Peut gêner la prise. Durabilité réduite sur une longue période. Des volatils peuvent s'échapper lors du mélange. Efficacité démontrée dans certaines conditions	Des matières organiques peuvent se vaporiser en cas de chauffe. Efficacité démontrée dans certaines conditions	Peut gêner la prise. Efficacité démontrée dans certaines conditions
Matières organiques polaires telles que : • alcools • phénols • acides organiques • glycols	Le phénol retarde de manière significative la prise et diminue la durabilité à court et à long terme	Le phénol réduit de manière significative la prise et diminue la durabilité à court et à long terme. Les alcools peuvent retarder la prise.	Des matières organiques peuvent se vaporiser en cas de chauffe.	Aucun effet significatif sur la prise

Acides • acide chlorhydrique • acide fluorhydrique	Aucun effet significatif sur la prise. Le ciment neutralise les acides. Le ciment portland de type II et IV donne de meilleures caractéristiques de durabilité que celui de Type I. Efficacité démontrée	Aucun effet significatif sur la prise. Compatible, neutralisera les acides. Efficacité démontrée	Peut être neutralisé avant incorporation	Peut être neutralisé avant incorporation. L'urée-formaldéhyde est efficace
Oxydants tels que : • hypochlorate de sodium • permanganate de potassium • acide nitrique • dichromate de potassium	Compatible	Compatible	Peut provoquer une décomposition de la matrice. Risque d'incendie	Peut provoquer une décomposition de la matrice. Risque d'incendie
Sels tels que : • sulfates • halures • nitrates • cyanures	Augmentation du délai de prise. Réduction de durabilité. Les sulfates peuvent retarder la prise et provoquer un effritement sauf en cas de recours à un ciment spécial. Les sulfates accélèrent d'autres réactions	Les halures sont facilement lessivés et retardent la prise. Les sulfates peuvent retarder ou accélérer les réactions	Les sulfates et les halures peuvent se déshydrater puis se réhydrater entraînant un fractionnement	Compatible
Métaux lourds tels que : • arsenic • cadmium • chrome • plomb • mercure	Compatible. Peut augmenter le délai de prise. Efficacité démontrée dans certaines conditions	Compatible. Efficacité démontrée sur certaines espèces (cuivre, cadmium, chrome)	Compatible. Efficacité démontrée sur certaines espèces (cuivre, arsenic, chrome)	Compatible. Efficacité démontrée avec l'arsenic

**Tableau 4.26 : Applicabilité des réactifs pour la stabilisation des déchets**  
[53, LaGrega et al., 1994]

L'enrobage au bitume peut être utilisé sur des cendres volantes uniquement et non pour les résidus issus de systèmes FGT secs et demi-secs, ces derniers peuvent donc avoir des problèmes.

### Installations type

Le traitement de solidification par bitume a été pratiqué aux Pays-Bas, la carbonisation des résidus issus de l'incinération des déchets a été pratiquée aux Royaume-Uni et l'immobilisation par minéraux argileux en Autriche.

### Références bibliographiques

[53, LaGrega et al., 1994], [124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004],

#### 4.3.2.6 Stabilisation au phosphate

##### Description

Utilisation de la stabilisation chimique faisant appel à des phosphates comme agent de stabilisation. Le procédé de traitement est relativement simple et consiste en un dispositif de mélange (tel qu'un malaxeur) dans lequel les déchets ENTRANTS sont introduits à un débit contrôlé. Une forme brevetée de phosphates solubles est ensuite ajoutée au mélangeur. Une fois que les phosphates sont bien mélangés avec les déchets ENTRANTS, un convoyeur à l'extrémité du mélangeur retire le produit traité. Dans certains cas, en fonction des caractéristiques des déchets ENTRANTS, d'autres additifs tels que de la chaux sont utilisés. Les réactions cinétiques sont rapides et la matière est considérée comme entièrement traitée sans autre séchage. L'ajout de phosphates est parfois utilisé avec la carbonatation afin de lier certains métaux dans les déchets (par ex. Pb).

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Le procédé retient les sels dans les déchets SORTANTS. En comparaison avec d'autres procédés similaires les quantités d'eau ajoutées sont relativement faibles avec le phosphate. Ce procédé ne produit pas d'eaux résiduelles.

##### Effets multimiliieux

Il n'existe à l'heure actuelle pas de suggestions d'utilisation du produit traité. Une lixiviation substantielle est possible après la mise en décharge comme c'est le cas avec certains métaux lourds en raison d'une augmentation de la solubilité (par ex. Cd). Le rejet de sel et de métaux lourds en décharge devrait être supérieur au rejet qui intervient avec d'autres traitements. La stabilisation aux phosphates peut renforcer la mobilité des produits phosphorés des déchets déposés. Dans un cas, on a montré que la disponibilité totale en phosphates a augmenté, passant de 2 mg/kg (avant traitement) à 4 900 mg/kg (après traitement).

##### Données opérationnelles

Les quantités spécifiques d'eau et de phosphate, ainsi que d'autres additifs, doivent varier en fonction des propriétés des déchets ENTRANTS, toutefois, aucune quantification n'est disponible.

##### Applicabilité

Dans tous les cas sauf un, le procédé est mis en œuvre en tant qu'unité intégrée à l'incinérateur, mais il peut être également organisé en installation centralisée traitant les résidus issus de plusieurs incinérateurs. Le procédé a initialement été développé pour traiter les résidus d'incinérateurs de déchets solides municipaux ; toutefois, plusieurs autres types de déchets (par ex. sols contaminés, scories, boues d'épuration, etc.) ont été essayés et testés.

##### Aspects économiques

Le coût du traitement est d'environ 15 € par tonne de déchet FGT. Par ailleurs, une redevance est facturée pour l'utilisation d'un procédé breveté ; cette dernière est de 5 à 10 € par tonne. Les frais d'investissement sont de l'ordre d'environ 150 000 à 500 000 € par installation en fonction de l'équipement existant.

##### Agent moteur pour la mise en œuvre

La principale raison de la mise en œuvre de cette technique est sa simplicité de fonctionnement. A l'heure actuelle, elle est largement utilisée commercialement aux Etats-Unis, au Japon et à Taiwan. Dans ces pays, le produit traité est en général considéré comme adapté pour la mise en décharge.



**Installations type**

Le procédé est à l'heure actuelle utilisé aux Etats-Unis, au Japon et à Taiwan dans environ 90 installations d'incinérateurs de déchets solides municipaux qui traitent plus de 2 millions de tonnes de cendres lourdes et de déchets FGT par an.

**Références bibliographiques**

[124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

**4.3.2.7 Traitements thermiques des déchets solides****Description**

Ces techniques comportent la vitrification, la fusion et le frittage des déchets solides (voir Section 2.3.3.2). Leur application aux déchets solides issus d'incinérateurs de déchets est couverte dans le BREF sur l'Incinération des déchets.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Il est possible d'utiliser plusieurs techniques pour chauffer les déchets solides: système de fusion électrique, système de brûleurs à combustible ou fusion dans des hauts-fourneaux. Ils diffèrent uniquement dans la manière dont l'énergie est transférée à la matière solide. En règle générale, ces techniques s'inspirent des fours utilisés en métallurgie.

En fonction du système de fusion, on peut récupérer des alliages métalliques à partir de la chambre de réaction. En fonction de la température dans la chambre de réaction et de l'état d'oxydation ou de réduction de la phase gazeuse, les métaux lourds (particulièrement Cd et Pb) peuvent se volatiliser et être évacués avec les fumées. Tous les procédés, quelle que soit leur configuration, ont besoin de systèmes d'épuration des fumées pour minimiser les émissions.

Un avantage inhérent de ces procédés est la destruction des polluants organiques qui en résultent, c'est-à-dire des dioxines. Les installations de traitement thermique ramènent en général le volume à 30 - 50 % environ du volume en entrée. La fusion augmente la densité du produit et l'amène généralement à 2,4 – 2,9 tonnes/m<sup>3</sup>.

Les produits fondus et vitrifiés ont en général de bonnes propriétés de rétention mais les études suisses montrent que les produits tamisés atteignent le même niveau de stabilité en ce qui concerne la rétention. En général, la vitrification donne les produits les plus denses et les plus stables.

**Effets multimilieus**

Un inconvénient majeur de ces techniques est l'importance de l'apport en énergie.

Le résultat de la vitrification et de la fusion est une mobilisation des éléments volatils tels que Hg, Pb et Zn durant le procédé du traitement qui, dans certains procédés est utilisé en combinaison avec d'autres paramètres pour produire un produit recyclable à faible teneur en métaux lourds. Le rejet des métaux lourds vaporisés par procédé de traitement thermique impose l'ajout d'un système de traitement des effluents gazeux.

Les procédés de traitement thermique consomment des quantités considérables d'énergie. De plus, les procédés produisent des résidus solides issus de l'épuration des fumées. Par ailleurs, il est possible de valoriser des métaux issus du procédé et, dans certains cas, le produit vitrifié lui-même peut être recyclé.

**Données opérationnelles**

En général, il faut de 700 à 1 200 kWh par tonne de matière traitée pour atteindre et maintenir des températures élevées, même si on a signalé des chiffres atteignant 8 000 kWh/tonne. La consommation d'énergie et le fonctionnement varient en fonction du type de four et de la conception de l'installation.

### Applicabilité

En général, les déchets ENTRANTS doivent respecter certaines exigences, par exemple : teneur en eau inférieure à 5 %, teneur en composants non brûlés inférieure à 3 %, teneur en métaux inférieure à 20 % de poids et dimension des cendres inférieure 100 mm.

Le traitement thermique est utilisé pour les cendres lourdes ainsi que pour les combinaisons de cendres lourdes et de déchets FGT. Les déchets FGT se caractérisant en général par une forte teneur en sels et en métaux lourds, le traitement séparé des déchets FGT peut nécessiter une épuration approfondie des fumées, réduisant par là même les avantages globaux du traitement séparé de ces matières.

### Aspects économiques

La technique est en règle générale assez coûteuse comparée à d'autres options de traitement. Les coûts de traitement signalés sont de l'ordre de 100 à 500 €/tonne de déchets en entrée. Les frais d'investissement peuvent être d'environ 20 millions d'Euros pour une installation permettant de traiter 1 à 1,5 t/h.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Les bonnes propriétés de rétention du produit final sont la principale raison de la mise en œuvre de cette technique, plus particulièrement dans le cas de la vitrification ainsi qu'une réduction significative du volume. Dans les régions à forte densité de population, comme c'est le cas au Japon, les capacités des décharges sont une ressource rare et la mise en décharge peut donc être relativement coûteuse. Des produits organiques tels que les dioxines et les furannes sont quasiment totalement détruits.

### Installations type

Il existe 30 à 40 installations de fusion et de vitrification au Japon, des installations sont également opérationnelles en Europe et aux Etats-Unis.

Pays	Caractéristiques		
Etats Unis	Un procédé de vitrification comporte des étapes initiales telles que l'extraction d'eau, l'assèchement et le séchage à 500 °C avant l'ajout d'additifs formant du verre et la fusion. Le lavage et le séchage initiaux sont mis en œuvre pour retirer les chlorures et le carbone organique résiduel		
Japon	Installations pour le traitement thermique des cendres lourdes et des déchets FGT:		
	En fonctionnement	Envisagé	Capacité (tonne/jour)
	<i>Fusion électrique:</i>		
	Arc électrique	4	2 655
	Arc au plasma	4	2 183
	Résistance électrique	2	3 148
	<i>Brûleur:</i>		
	Surface réfléchissante	12	209
	Surface rotative	5	84
	<i>Fonte en hauts fourneaux :</i>		
	Lit de coke	3	170
	Combustion du charbon résiduel	1	15
	Total	31	7 1 464

**Tableau 4.27 : Installations de traitement thermique**

[124, Iswa, 2003]

**Références bibliographiques**

[124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004]

**4.3.2.8 Récupération des sels par solution/évaporation****Description**

Lorsque les déchets solides sont produits, on peut envisager la valorisation potentielle. Ainsi, la récupération des sels (NaCl, CaCl<sub>2</sub>, HCl et gypse) peut être une possibilité. Il est possible d'obtenir ces produits par évaporation ou recristallisation du sel issu des systèmes d'épuration des effluents gazeux des eaux résiduaires, que ce soit localement ou dans une installation d'évaporation centralisée.

Lorsque le fluide du laveur-épurateur est traité séparément et soumis à évaporation, on peut obtenir des produits valorisants tels que les sels ou l'acide chlorhydrique. Le réemploi potentiel de tels produits dépend fortement de leur qualité. Dans la récupération des sels, le liquide du laveur est traité avec de l'hydroxyde de sodium et du carbonate de calcium pour produire du gypse solide qui, après séparation, laisse un liquide contenant principalement du chlorure de calcium et du sodium. Les produits valorisés sont soumis à un contrôle qualité, voire même traités pour améliorer la qualité avant d'être échangés.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Le principal objectif de l'opération est d'éviter le rejet d'eaux résiduaires salines dans le système d'égout. Pour ce faire, le liquide de l'épurateur-laveur issu du système d'épuration des fumées humides est traité par évaporation.

Si le chlorure de sodium solide doit être séparé individuellement de la solution ci-dessus, on procède par évaporation de la solution pour obtenir une teneur en sel de plus de 30 %, ensuite, à ce niveau, le sel pur est cristallisé. Les produits du sel récupérés ci-dessus sont en général réutilisés dans des secteurs ayant une forte demande de déverglaçage en hiver.

Le réemploi de sels et gypse récupérés peut sauver des ressources naturelles.

**Effets multimiliieux**

Les principaux inconvénients de l'évaporation des eaux résiduaires externes pour la récupération des sels sont liés non seulement à des problèmes opérationnels et matériels mais également à la très forte consommation en énergie nécessaire pour l'évaporation.

**Données opérationnelles**

L'évaporation des eaux résiduaires contenant du sel dépend de la concentration du sel qui est très variable. En dehors de problèmes de corrosion, il faut tenir compte de l'investissement relativement élevé et des frais d'exploitation.

Pour la production de gypse, il n'y a que quelques problèmes opérationnels. Toutefois, la qualité de gypse est déterminée non seulement par sa pureté vis-à-vis d'autres composants indésirables mais également par sa couleur. Normalement, on peut s'attendre à une production de produits recyclables d'environ 2 à 5 kg/t de déchets.

Avec la production de chlorure de calcium, il est important de souligner le très fort potentiel de corrosion ainsi que le risque d'un glissement de phase involontaire d'un état solide à un état liquide et vice-versa.

### **Applicabilité**

Peut être utilisé dans les incinérateurs de déchets municipaux dotés de systèmes d'épuration des fumées. Avec les incinérateurs de déchets solides municipaux avec lavage humide des effluents gazeux issus de l'incinération, les exigences locales et législatives n'autorisent aucun rejet des eaux résiduaires. Les eaux résiduaires nettoyées issues des séparateurs humides contiendront encore des sels qui sont normalement indésirables dans le réseau de canalisations d'égout car ils peuvent provoquer de la corrosion ou augmenter la teneur en sel des plans d'eau fraîche. C'est pour cette raison que les eaux résiduaires sont normalement traitées thermiquement et, lorsqu'elles sont utilisées pour le refroidissement, par injection et évaporation dans les effluents gazeux bruts de l'incinérateur. Ici, on n'obtient aucun produit valorisable.

L'évaporation des eaux résiduaires salines traitées peut se faire dans des installations centralisées et décentralisées. Dans le dernier cas, l'incinérateur de déchets solides municipaux peut fournir lui-même l'énergie nécessaire pour l'évaporation.

Pour la production de gypse, il faut au préalable procéder à des modifications opérationnelles, c'est-à-dire mettre en place des dispositifs d'assèchement adaptés, notamment des cyclones, des pompes, etc.

### **Aspects économiques**

Le coût de l'évaporation et du stockage des produits valorisés est plusieurs fois supérieur au coût de la production des mêmes sels à partir de ressources naturelles. Cette technique est donc utilisée pour des raisons environnementales plutôt que pour des raisons économiques.

Comme la production de gypse de qualité supérieure issu des procédés de production d'énergie dans les centrales électriques est déjà importante, le gypse produit selon la technique décrite ci-dessus, issu des incinérateurs de déchets solides municipaux, n'est utilisé que pour des applications où le gypse demandé est de qualité inférieure. Si le réemploi n'est pas possible, le gypse doit alors être éliminé, ce qui implique des frais d'élimination en conséquence.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

La législation impose de minimiser le rejet des liquides d'épurateur-laveur issu des systèmes d'effluents gazeux humides. Même si les eaux résiduaires sont traitées de manière approfondie pour l'élimination des métaux lourds et d'autres impuretés nocives par ex., la quantité totale de sels n'est quasiment pas affectée. Pour obtenir une réduction substantielle des émissions de sels issues des incinérateurs de déchets solides municipaux dans l'environnant local, le seul moyen est de procéder à l'évaporation du liquide évacué par le laveur-épurateur. La séparation du gypse solide permet de réduire la quantité de déchets FGT à éliminer.

### **Installations type**

Des procédés par évaporation ont été mis en œuvre avec succès dans plusieurs pays, notamment en Allemagne, où plusieurs installations d'incinération exploitent cette technologie.

### **Références bibliographiques**

[124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

## **4.3.2.9 Extraction à l'acide**

### **Description**

Un certain nombre de techniques font appel à l'extraction à l'acide ; le Tableau 4.28 en donne quelques exemples :

Procédé	Caractéristiques
Procédé d'extraction à l'acide	Ce procédé combine une extraction à l'acide des métaux lourds solubles et des sels en utilisant l'extraction de l'épurateur-laveur (acide). Avant d'utiliser le liquide de l'épurateur-laveur, le mercure doit être retiré par filtration (lorsque du charbon actif est introduit dans l'épurateur-laveur) et/ou par un échangeur d'ions spécifique. Les cendres de chaudière et les cendres volantes sont traitées de cette manière. Le ratio L/S de la phase d'extraction est d'environ 4 ; le pH est contrôlé à 3,5, par l'ajout de chaux hydratée. Pendant le délai de séjour d'environ 45 minutes, le sulfate (venant du laveur-épurateur à SO <sub>2</sub> ) est précipité en gypse. Le résidu solide est déshydraté puis lavé à contre courant sur un filtre à bande avant d'être mis en décharge, normalement sous la forme d'un mélange avec des cendres lourdes. Le filtrat doit être traité afin de retirer les métaux lourds par neutralisation, précipitation et échange d'ions. Le gâteau de filtration déshydraté et rincé contient environ 25 % de zinc et il est donc recyclé dans les procédés métallurgiques
Combinaison d'extraction à l'acide avec traitement thermique	Ce procédé combine l'extraction à l'acide avec le traitement thermique. Les cendres volantes et les cendres de chaudière sont d'abord lavées dans la solution du séparateur humide, dans sa première phase, puis déshydratées. Ensuite, les résidus solides sont traités dans un four rotatif pendant une heure à environ 600 °C, détruisant la majorité des composés organiques et volatilisant le Hg. Les fumées sont traitées dans un filtre au charbon actif. Les eaux résiduaires sont traitées pour retirer les métaux lourds. La solution de l'épurateur-laveur venant du second épurateur-laveur est utilisée pour laver les cendres lourdes et neutraliser les flux d'effluents acides
Procédé d'extraction à l'acide et au sulfure	Ce procédé combine la solution d'épurateur-laveur de cendres volantes et NaOH avec de l'eau dans un ratio L/S de 5. Après le mélange, le pH est ajusté à environ 6 - 8 avec de l'HCl pour extraire les métaux lourds et du NaHS est ajouté pour lier les métaux lourds sous forme de sulfures. On ajoute ensuite un agent de coagulation avant de déshydrater les boues d'épuration. Le gâteau de filtration est mis en décharge, puis les eaux résiduaires sont traitées dans une unité de traitement ultérieur pour retirer les métaux lourds

**Tableau 4.28 : Technologies d'extraction à l'acide**

[124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004]

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Le procédé peut éliminer une partie significative des métaux lourds des déchets ENTRANTS (Cd : >85 % ; Zn : >85 % ; Pb et Cu : >33 % ; Hg : >95 %) ; la lessivabilité de la matière est réduite par un facteur de 10<sup>2</sup> à 10<sup>3</sup>. Le zinc, le cadmium et le mercure sont recyclés.

**Effets multimiliieux**

La teneur en dioxine des cendres lourdes augmente lorsque les cendres traitées sont éliminées, « combinées » avec des cendres lourdes; toutefois, le potentiel lixiviant du mélange est supérieur en raison d'une densité supérieure.

**Données opérationnelles**

La plupart des installations qui fonctionnent 24 heures sur 24 peuvent adapter leur période de fonctionnement hebdomadaire (4 à 7 jours) en fonction des déchets FGT intervenant.

**Applicabilité**

Le système ne peut être utilisé que sur des incinérateurs ayant un système FGT humide avec un permis autorisant une évacuation des eaux résiduelles traitées.

### Aspects économiques

Les frais de procédé pour le traitement des déchets FGT s'élèvent à environ 150 à 250 €/t (y compris les charges de recyclage du gâteau de filtration de zinc).

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Cette technique permet de traiter les déchets solides en accord avec la législation suisse à des frais compétitifs (comparés à l'exportation pour une élimination souterraine en Allemagne).

### Installations type

La première installation a été mise en service en 1996. Aujourd'hui six installations fonctionnent en Suisse et une en République tchèque.

### Références bibliographiques

[124, Iswa, 2003], [152, TWG, 2004]

#### 4.3.2.10 Excavation et évacuation des sols contaminés

##### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- identifier et utiliser des procédés permettant de réduire les émissions fugitives par une bonne gestion du site
- abriter le terrain à réhabiliter sous un dôme et appliquer un traitement à l'air
- contrôler la cadence d'excavation, la quantité de sol contaminé exposé et la durée où les piles restent non couvertes. Le moment choisi pour l'excavation peut également être important. Il est possible de réduire les émissions en programmant les excavations à des heures ou des saisons où les vitesses du vent et les températures sont faibles. Pour réduire encore plus les émissions, le travail peut également être programmé en évitant les saisons où le terrain est sec.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit les émissions fugitives générées par l'excavation et l'enlèvement des sols contaminés. Il est également possible de contrôler les émissions de COV en maintenant les conditions d'exploitation à l'intérieur de paramètres prédéterminés.

##### Effets multimiliieux

Certains rejets de contaminants volatils sont inévitables durant l'excavation. Un vent stagnant peut entraîner des concentrations d'air ambiant inacceptables sur le site d'intervention.

##### Applicabilité

Abriter les sols objet de la réhabilitation à l'intérieur d'un dôme n'est pas une mesure utilisée de manière commune.

Reference literature [30, Hogg et al., 1997]

#### 4.3.2.11 Désorption thermique du sol

##### Description

Voir section 2.3.3.9. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. utilisation d'un essai au banc pour déterminer l'adéquation de la désorption thermique, le temps de séjour le mieux adapté et la température à appliquer. L'efficacité de la désorption thermique est liée à la température finale du sol, qui à son tour dépend de la durée de séjour et du transfert thermique. Les températures et les délais de séjour efficaces dans des systèmes d'essai au banc se sont également avérés efficaces dans les systèmes à échelle pilote.
- b. application de la température appropriée. La plage de température de traitement typique pour les combustibles à base de pétrole venant des sites avec réservoirs de stockage souterrains qui fuient est de 200 à 480 °C. Pour le traitement des sols contenant des pesticides, des dioxines et des PCB, les températures doivent dépasser 450 °C.
- c. réduction de la teneur en humidité du sol à traiter à l'intérieur d'une fourchette spécifiée, cette mesure s'explique par le coût du traitement des déchets ayant une forte teneur en eau. La plage d'humidité acceptable typique pour les sècheurs rotatifs et les fours à asphalte est de 10 à 30 %, alors que les systèmes à vis thermique peuvent recevoir des charges d'eau plus importantes de 30 à 80 %. Pour éliminer les COV, dans l'idéal, les sols doivent contenir une humidité de 10 à 15 % et la vapeur d'eau peut transporter une certaine quantité de COV.
- d. mise en place d'un équipement de collecte et de contrôle tel que des post-brûleurs, des oxydants thermiques, des filtres en tissus, du charbon actif ou des condenseurs pour le traitement des gaz.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

La souplesse, car la désorption thermique peut traiter une large gamme de contaminants organiques ; de plus, les systèmes peuvent être mobiles. Les désorbeurs thermiques fonctionnent à des températures plus basses, il est donc possible de réaliser des économies significatives en combustible comparé à l'incinération. Ils produisent également moins de gaz de dégagement à traiter. Le Tableau 4.29 présente les spécifications typiques pour les systèmes de désorption thermique.



	Sécheur rotatif	Usine d'asphalte	Vis thermique	Four à bande transporteuse
Mobilité	Fixe et mobile	Fixe	Mobile	Mobile
Taille typique du site (tonnes)	450 à 23 000	0 à 9 000	450 à 450	450 à 4500
Débit du terrain (tonnes/heure)	9 à 45	23 à 90	3 à 14	5 à 9
Dimension maximale du sol en apport (cm)	5 à 8	5 à 8	3 à 5	3 à 5
Méthode de transfert thermique	Direct	Direct	Indirect	Direct
Méthode de mélange du sol	Rotation d'enveloppe et élévateurs	Rotation d'enveloppe et élévateurs	Tarière	Agitateurs de sol
Température du sol évacué (°C)	150 à 300 <sup>a</sup> 300 à 650 <sup>b</sup>	300 à 600	150 à 250 <sup>c</sup> 300 à 250 <sup>d</sup> 500 à 850 <sup>e</sup>	300 à 800
Délai de séjour du sol (minutes)	3 à 7	3 à 7	30 à 70	3 à 10
Température du gaz d'échappement du désorbeur thermique (°C)	250 à 450 <sup>a</sup> 400 à 500 <sup>b</sup>	250 à 450	150	500 à 650
Écoulement gaz/solides	Flux parallèle ou contre-courant	Flux parallèle ou contre-courant	Non applicable	Contre-courant
Atmosphère	Oxydante	Oxydante	Inerte	Oxydante
Température du dispositif de post-combustion (°C)	750 à 1 000	750 à 1 000 <sup>f</sup>	En général, n'est pas utilisé	750 à 1 000
Charge thermique maximale (MJ/h <sup>g</sup> )	10 500 à 105 000	5 300 à 105 000	7400 à 10500	10500
Délai de chauffe à partir de l'état froid (heures)	0,5 à 1,0	0,5 à 1,0	Non signalé	0.5 à 1.0
Délai de refroidissement à partir de l'état chaud (heures)	1,0 à 2,0	1,0 à 2,0	Non signalé	Non signalé
Total hydrocarbures de pétrole				
Concentration initiale (mg/kg)	800 à 35 000	500 à 25 000 <sup>h</sup>	60 à 50 000	5 000
Concentration finale (mg/kg)	<10 à 300	<20 <sup>h</sup>	ND à 5 500	<10.0
Rendement d'épuration (%)	95,0 à 99,9	Non signalé	64 à 99	>99.9
BTEX				
Concentration initiale (mg/kg)	Non signalé	Non signalé	155	Non signalé
Concentration finale (mg/kg)	<1.0	Non signalé	<1.0	<0.01
Rendement d'épuration (%)	Non signalé	Non signalé	>99	Non signalé
<sup>a</sup> Matériaux de construction en acier au carbone <sup>b</sup> Alliages de construction <sup>c</sup> Système de transfert thermique d'huile chaude <sup>d</sup> Système de transfert thermique de sel fondu <sup>e</sup> Système chauffé électriquement <sup>f</sup> N'est pas utilisé sur tous les systèmes <sup>g</sup> Service total du désorbeur thermique plus dispositif de post-combustion <sup>h</sup> Informations transmises par le fournisseur				

**Tableau 4.29 : Comparaison des caractéristiques de désorption thermique et des systèmes d'épuration des fumées**  
**[30, Eklund et al., 1997]**

**Effets multimiliieux**

Pour la destruction des contaminants, le procédé de désorption a besoin d'une post-combustion ultérieure et de traitement des gaz résiduels. En effet, la désorption se contente de les arracher à la phase solide ou liquide et de les transférer en phase gazeuse. Il est donc nécessaire d'avoir des dispositifs pour contrôler les émissions dans l'air. L'efficacité du procédé de désorption thermique varie en fonction des propriétés chimiques et physiques des contaminants spécifiques. Les métaux (par ex. le plomb) tendent à rester dans le sol après traitement, de sorte qu'il peut s'avérer nécessaire de réaliser un traitement complémentaire du sol (par ex. stabilisation). Les désorbeurs thermiques peuvent fonctionner au voisinage de 500 °C ou au-delà, de sorte qu'une certaine pyrolyse et oxydation peut intervenir, en plus de la vaporisation de l'eau et des composants organiques.

**Applicabilité**

Applicable aux sols contaminés avec produits volatils à la température de fonctionnement. Des produits organiques à poids moléculaire élevé peuvent encrasser ou engorger les filtres à air ou les systèmes de condenseur. Les types de produits pétroliers pouvant être traités par des technologies spécifiques peuvent donc être limités. Les sècheurs rotatifs peuvent en général traiter des sols ayant une teneur en éléments organiques inférieure à 2 %. Les unités à vis thermiques peuvent traiter des sols qui contiennent jusqu'à 50 % d'éléments organiques.

**Aspects économiques**

En général meilleur marché que l'incinération.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Les exigences réglementaires et les permis ne sont pas les mêmes pour la désorption thermique et l'incinération. Plus encore, la désorption thermique est mieux acceptée par le public que d'autres méthodes de traitement thermique.

**Références bibliographiques**

[30, Eklund et al., 1997], [51, Inertec et al., 2002], [150, TWG, 2004]

**4.3.2.12 Extraction de vapeur****Description**

Voir section 2.3.3.10. Les vapeurs éliminées des déchets solides sont traitées pour réduire les émissions dans l'air. La combustion directe est théoriquement possible si la teneur en hydrocarbures du gaz d'échappement est suffisamment élevée mais la concentration chute en général de manière significative durant l'élimination. Du gaz naturel ou un autre combustible seront donc nécessaires pour maintenir la combustion. Par ailleurs, pour des raisons de sécurité, de l'air de dilution est en général ajouté pour maintenir la concentration de COV en dessous de la limite d'explosivité inférieure. Pour des niveaux inférieurs d'hydrocarbures, l'oxydation catalytique ou l'adsorption de carbone peut être efficace.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Les émissions d'air sont libérées à partir d'une source ponctuelle et, par conséquent, peuvent facilement être contrôlées. Le succès de la méthode varie en fonction de la volatilité (pression de vapeur) des contaminants présents.

**Effets multimiliieux**

Une contamination résiduelle significative peut rester dans les déchets solides après traitement.

**Données opérationnelles**

L'équipement est simple à installer et à utiliser.

### Applicabilité

Le traitement est applicable au sol excavé. Toutefois, il n'est pas applicable aux sols saturés ni aux sols peu perméables à l'air, mais il est applicable au traitement du sol contaminé avec des PCB.

### Aspects économiques

D'importants volumes de sol excavé peuvent être traités d'une manière rentable.

### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [100, UNEP, 2000], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

## 4.3.2.13 Lavage des sols

### Description

Voir section 2.3.3.13. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- recycler autant que possible l'eau d'extraction
- utiliser des filtres à charbon pour traiter les émissions d'air collectées à partir du site de déchets ou de l'unité de lavage du sol
- vérifier que les boues d'épuration et les éléments solides issus du traitement des eaux résiduelles sont soumis à un traitement et à une élimination appropriés.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Installation	Contaminants	Concentration dans le sol non traité (ppm)	Plage de rendements d'élimination (%)	Concentrations résiduelles (ppm)
1	Huile et graisse		50 à 83	250 à 600
2	Pentachlorophénol		90 à 95	<115
	Autres éléments organiques		85 à 95	<1
3	Huile et graisse		90 à 99	<5 à 2400
4	Éléments organiques volatils		98 à >99	<50
	Éléments organiques semi-volatils		98 à >99	<250
	La plupart des produits combustibles		98 à >99	<2200
5	Composés aromatiques		>81	>45
	Pétrole brut		97	2300
6	Teneur totale en composés organiques		96	159 à 201
	HAP		86 à 90	91.4 à 97.5
7	Huile		>99	20
8	Hydrocarbures		96.3	82.05
	Hydrocarbures chlorés		>75	<0.01

	Composés aromatiques		99.8	<0.02
	HAP		95.4	15.48
<b>9</b>	Mazout	7666	<b>65</b>	2650
<b>10</b>	Mazout	7567	<b>73</b>	2033
<b>11</b>	Mazout	9933	<b>72</b>	2833

**Tableau 4.30 : Résumé des données de performance pour le lavage des sols**  
**[30, Eklund et al., 1997]**

Le Tableau 4.30 ci-dessous présente certains rendements généraux indicatifs pour le traitement de lavage des sols.

Polluants	Rendement général <sup>1</sup>
TPH (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	90 à 98
HAP	90 à 97
BTEX	90 à 97
PCB	90 à 97
Métaux	
As	60 à 80
Cd	60 à 80
Cr	80 à 90
Cu	75 à 85
Hg	85 à 95
Ni	85 à 90
Pb	90 à 95
Zn	85 à 95

<sup>1</sup> Rendement général= (1 - concentration dans sable décontaminé et /conc dans sol pollué) \* 100

**Tableau 4.31 : Rendements des différents composants pour le lavage des sols [123, Perseo, 2003]**

#### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [123, Perseo, 2003]

#### 4.3.1.14 Extraction au solvant

##### Description

Voir section 2.3.3.11.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Composé	Concentration initiale (mg/kg)	Concentration finale (mg/kg)	Extraction (%)
Anthracène	28,3	0,12	99
Benzène:	30,2	0,18	99
Benzo(a)pyrène	1,9	0,33	83
Bis-(2-éthylhexyl)phthalate	4,1	1,04	75
Chrysène	6,3	0,69	89
Ethylbenzène	30,4	0,23	99
Naphthalène	42,2	0,66	98
Phénanthrène	28,6	1,01	96
Pyrène	7,7	1,08	86
Toluène	16,6	0,18	99
Total xylènes	13,2	0,98	93

**Tableau 4.32 : Résultats de la remédiation des boues d'épuration du séparateur API par extraction au solvant**

[30, Eklund et al., 1997]

### Applicabilité

Applicable pour l'élimination des PCB du sol. Le solvant contaminé doit ensuite être traité pour détruire les PCB.

### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [100, UNEP, 2000]

## 4.3.2.15 Évaporation

### Description

L'évaporation est en général une partie importante d'une usine de traitement physico-chimique. L'installation de traitement par évaporation concentre les déchets dangereux. Le concentrat est en règle générale brûlé. Les eaux usées (condensat) sont stockées temporairement et, après analyse et contrôle, elles sont transportées vers une station d'épuration. L'air d'échappement est nettoyé avec un filtre à charbon.

Avant l'évaporation, certains prétraitements sont mis en œuvre dans l'usine de traitement physico-chimique : la floculation, la précipitation, l'ultrafiltration et le fractionnement organique. Après l'évaporation, le condensat est soumis à floculation s'il est contaminé avec de l'huile. L'air d'échappement est traité par un laveur alcalin et un filtre à charbon.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit la quantité d'eau résiduaire produite. Les niveaux pouvant être atteints dans l'air d'échappement et dans l'eau résiduaire sont indiqués dans le Tableau 4.32 ci-dessous.

Produit	Valeur	Unité	Charge	Unité
<i>Paramètres de l'air d'échappement</i>				
COT	63	mg/Nm <sup>3</sup>	96	kg/an
<i>Paramètres de l'eau résiduaire produite</i>				
Température	30	°C		
Valeur pH	9,3			
Conductivité	900	US/cm		
Substances sédimentaires (105 °C)	0,1	mg/l	2	kg/an
DBO	3 000	mg/l	60 000	kg/an
DCO	5 000	mg/l	100 000	kg/an
Hydrocarbures	2	mg/l	40	kg/an
Phénol		mg/l		kg/an
AOX	0,1	mg/l	2	kg/an
Nitrite	0,01	Mg/l	0,2	kg/an
Cyanure	0,02	Mg/l	0,4	kg/an
La	2	mg/l	40	kg/an
Fe	0,1	mg/l	2	kg/an
As	0,01	mg/l	0,2	kg/an
Cr total	0,1	mg/l	2	kg/an

Cr(VI)	0,01	mg/l	0,2	kg/an
Cu	0,1	mg/l	2	kg/an
Hg	0,001	mg/l	0,02	kg/an
Ni	0,1	mg/l	2	kg/an
Pb	0,1	mg/l	2	kg/an
Zn	0,1	mg/l	2	kg/an
Déchets traités : 20 000 tonnes par an				

**Tableau 4.33 : Niveaux du procédé d'évaporation mis en œuvre sur des eaux résiduelles pouvant être atteints [147, UBA, 2003]**



---

**Référence bibliographique**  
**[147, UBA, 2003]****4.3.2.16      Epuration et recyclage des déchets FGT****Description**

Les déchets FGT à base de sodium sont principalement composés de chlorure de sodium (à la suite de la neutralisation par HCl), de sulfate de sodium (à la suite de la neutralisation par  $\text{SO}_2$ ), de carbonate de sodium (résultat de l'excès de bicarbonate de sodium), de cendres volantes et d'adsorbant (charbon actif ou coke de lignite).

Dans les systèmes de filtration simples des effluents gazeux, les cendres volantes sont mélangées avec les sels de neutralisation et la partie soluble représente environ 50 % des déchets ENTRANTS ; dans les systèmes de filtration double des effluents gazeux, le premier filtre capture la plupart des cendres volantes et les déchets FGT à base de sodium collectés au niveau du second filtre contiennent environ 90 % de sels solubles.

Le procédé comporte les étapes suivantes :

- a. mélange des déchets FGT avec des liants hydrauliques : prépare la solidification de la partie non soluble
- b. dissolution dans l'eau et ajout d'additifs: la partie soluble est dissoute et la plupart des métaux lourds sont précipités
- c. filtrage de cette suspension: les produits résultants sont un gâteau de filtration auto-solidifiant avec une fraction soluble très faible (après lavage) et une saumure brute contenant des sels solubles
- d. épuration de la saumure (avec différentes étapes y compris des résines à échanges d'ions) de manière à ce qu'elle puisse être réutilisée dans la fabrication de carbonate de sodium (soude).

Ce procédé n'a pas d'autres extrants que le gâteau de filtration solidifié (à mettre en décharge) et la saumure purifiée qui remplace une partie de la matière brute fraîche utilisée par l'usine de soude : il n'y a pas d'effluent liquide du tout.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

La technologie décrite ici réalise la séparation entre les parties solubles et insolubles des déchets FGT, en solidifiant la partie insoluble et en purifiant avant de réutiliser la partie soluble (composée de sels non organiques) dans certaines industries. Par conséquent :

- la partie solide mise en décharge des déchets FGT a une très faible fraction soluble et sa solidification est donc meilleure ; la consommation en liants hydrauliques est donc réduite ainsi que la quantité de déchets ultimes
- la partie soluble des déchets FGT est réutilisée dans l'industrie chimique, remplaçant l'utilisation de matières fraîches (le sel est l'une des matières premières principales pour les installations de soude). Cette partie soluble est recyclée à un taux supérieur à 95 %.

Les traitements ne génèrent pas d'effluents liquides (tous les liquides sont réutilisés en tant qu'eau de procédé pour former la saumure) et aucune émission d'air significative n'est signalée (procédé de température ambiante).

**Effets multimilieux**

Non identifiés.

### **Données opérationnelles**

Le procédé n'exige pas d'apport d'énergie important : il fonctionne à la température ambiante.

### **Applicabilité**

Il est appliqué aux déchets FGT issus des procédés de nettoyage des effluents gazeux au bicarbonate de sodium sec utilisés dans l'incinération des ordures ménagères. Ce procédé est mis en œuvre dans des installations dédiées et centralisées situées à proximité des installations au bicarbonate de sodium utilisant la saumure purifiée produite et qui reçoivent les déchets FGT issus de différentes installations d'incinération de déchets solides municipaux.

### **Aspects économiques**

Ce procédé doit être comparé à la solidification et à la mise en décharge des déchets FGT. A cet égard, (1) la solidification est largement facilitée par la séparation de la partie soluble et (2) la quantité de résidus ultimes est réduite ; ce procédé est signalé comme compétitif dans certains pays. Les frais d'exploitation sont réduits les frais d'investissement de l'installation de traitement sont le facteur clef. Ce procédé doit donc être mis en œuvre dans des unités centralisées desservant de nombreuses installations d'incinération.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Ce procédé est favorisé par les évolutions suivantes qui ont été observées :

- une réglementation stricte sur la mise en décharge : lorsqu'une solidification sûre est nécessaire
- la résistance aux nouveaux projets de site de mise en décharge car la tendance est de mettre le moins possible en décharge
- la tendance à favoriser le recyclage.

### **Installations type**

Deux installations fonctionnent industriellement en utilisant ce procédé ou de légères variations de ce dernier : la première en Italie (Toscane), d'une capacité de 10 kt de déchets FGT par an et l'autre en France (Lorraine), d'une capacité de 50 kt FGT de déchets par an. Toutes deux fournissent de la saumure purifiée en tant que matière première à une usine de soude.

### **Références bibliographiques**

[150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

### 4.3.3 Traitements physico-chimiques de déchets spécifiques

#### 4.3.3.1 Traitement des huiles contaminées avec des PCB

##### Description

Le procédé est la déhalogénéation des huiles contaminées avec des PCB issus de transformateurs électriques. Il permet également d'éliminer les composés à faible ébullition et les produits d'oxydation qui sont responsables des mauvaises propriétés diélectriques de l'huile contaminée. Au terme du procédé, un filtrage est mis en œuvre afin d'éliminer les produits dérivés de la réaction.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Le procédé produit une huile dont les caractéristiques diélectriques lui permettent d'être réutilisées dans le même objectif, avec une teneur en PCB inférieure à 1 ppm.

##### Applicabilité

Appliqué aux huiles de transformateurs dont la teneur en PCB se situe entre 25 et 2 000 ppm. Le procédé peut être appliqué à :

- la déhalogénéation et la valorisation des huiles minérales des ex-transformateurs regroupées contaminées avec des PCB
- le nettoyage et la valorisation des transformateurs en exploitation contenant des huiles minérales contaminées avec des PCB. Cette étape se fait à l'aide de la recirculation d'huile minérale déhalogénée et permet l'extraction des PCB résiduels absorbés dans les différents composants du transformateur (par ex. papier et bois).

##### Aspects économiques

La plage de concentration mentionnée dans la section Applicabilité ci-dessus est la plage typique où cette technique s'avère économiquement viable. Techniquement, ce n'est pas un problème lorsqu'elle est appliquée à des concentrations supérieures, mais on a constaté qu'il y a d'autres types de traitements PCB plus viables sur le plan économique.

##### Agent moteur pour la mise en œuvre

Certains systèmes mobiles peuvent être appliqués aux transformateurs en exploitation sans qu'il ne soit nécessaire de les déplacer.

##### Installations type

Un exemple est opérationnel en Italie.

##### Références bibliographiques

[52, Ecodeco, 2002], [150, TWG, 2004]

#### 4.3.3.2 Conversion thermochimique des déchets d'amiante

##### Description

La technologie des conversions thermochimiques fait appel à une combinaison de traitements chimiques et thermiques pour obtenir une re-minéralisation de l'amiante et des autres matières silicates. Le procédé de re-minéralisation répond à plusieurs objectifs, notamment :

- la conversion des minéraux amiante en minéraux non-amiante sans fonte

- la destruction des composés organiques, par le biais de pyrolyse et/ou d'oxydation l'immobilisation des métaux et des radionucléides.

Le procédé implique le déchiquetage puis le mélange de matières contenant de l'amiante avec des fondants et le chauffage du mélange fluxé. La présence de fondants à des températures élevées (environ 1 200 °C) se traduit par une re-minéralisation rapide des fibres d'amiante, qui sont converties en minéraux non-amiante, tels que de la diopside, de la wollastonite, de l'olivine et du verre.

L'équipement de traitement se compose de quatre systèmes primaires qui sont la préparation de l'alimentation, le convertisseur à foyer rotatif, l'épuration des fumées et l'élimination du produit.

La pyrolyse des produits organiques intervient dans le foyer rotatif. Les produits de pyrolyse sont dirigés, par le biais d'un tirage induit, vers une unité d'oxydation thermique qui détruit toute contamination organique résiduelle éventuellement présente dans les fumées. A partir de l'oxydant thermique, les fumées sont refroidies et lavées de toutes particules et composants acides éventuellement présents. La présence d'agents déminéralisants accélère la diffusion moléculaire dans les déchets inorganiques pendant le chauffage, ce qui détruit les produits inorganiques tels que l'amiante et provoque une oxydation simultanée et une liaison moléculaire des métaux et des radionucléides à l'intérieur du milieu de déchets. Ceci se traduit par l'immobilisation des métaux et des radionucléides. Le procédé permet également d'obtenir une réduction significative du volume des déchets. La réduction de volume dépend du type de matière traitée et peut aller de 10 % pour les sols à plus de 90 % pour les matières contenant de l'amiante ou des matières organiques primaires.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

La technologie offre une efficacité de traitement équivalente à celle de la vitrification sans qu'il ne soit nécessaire de faire fondre les déchets. Notamment, elle :

- convertit les matières d'amiante en matières inertes
- réduit de manière significative le volume des déchets. Il est possible de diminuer de manière sensible le volume des produits traités par rapport aux déchets initiaux (jusqu'à 90 %), mais, en fin de compte, une mise en décharge peut s'avérer nécessaire en fonction des contaminants présents.

Le procédé permet également de détruire les éléments organiques, y compris les PCB avec une efficacité de destruction de 99,9999 %. Les métaux toxiques sont stabilisés dans les produits frittés par le biais de liaisons moléculaires et le développeur de la technologie estime que, selon les essais préliminaires, le procédé sera également efficace pour les radionucléides.

### **Applicabilité**

Le procédé est également efficace sur d'autres types de déchets y compris les gravats de démolition et les déchets à dominance organique. La technologie est applicable aux déchets solides et liquides qui sont raisonnablement homogènes ou qui peuvent le devenir sans dépenses excessives. Le procédé peut traiter des déchets contaminés avec une variété de contaminants, notamment des contaminants organiques tels que des COV, des produits organiques semi-volatils, des PCB et des dioxines, des contaminants inorganiques tels que l'amiante et le cyanure, des métaux contenant de l'arsenic, du plomb, du chrome, du baryum, du zinc, du sélénium, du cadmium; des radionucléides qui peuvent être vitrifiés tels que des éléments transuraniens, du caesium, du thorium et de l'uranium et des mélanges de ces contaminants.

Les déchets sur lesquels on manque de renseignements ou pour lesquels la technologie n'est pas viable économiquement ou compatible techniquement, comportent du mercure, des radionucléides gazeux tels que  $^{14}\text{C}$ , des explosifs et certains agents chimiques (même si l'on estime ici que la technologie peut être applicable, cette revendication n'est pas étayée par des données concrètes).

### **Aspects économiques**

La technologie offre une efficacité de traitement équivalente à celle de la vitrification sans qu'il ne soit nécessaire de faire fondre les déchets. Ainsi, pour certains déchets elle est moins coûteuse et plus souple que la vitrification. Les dépenses d'infrastructure pour 37 tonnes par jour unitaire sont d'environ 3 millions de dollars US. En appliquant les hypothèses présentées à la fin de la présente section, un système à 37 tonnes/jour peut traiter des matières contenant de l'amiante pour environ 175 à 225 dollars US par tonne.

Les trois contributeurs les plus importants au coût global sont le combustible, l'équipement et la main-d'œuvre. Le combustible compte pour 36 % du coût total, l'équipement pour 30 % et la main-d'œuvre pour environ 22 %. D'autres éléments tels que les réactifs, l'entretien, l'eau, l'électricité, l'équipement de protection individuel et les filtres comptent pour les 12 % restant du coût global.

Les estimations de coût présentées dans la présente section s'appuient sur les hypothèses suivantes :

- description du système : système 37 tonnes/jour, chauffage direct avec récupération thermique, avec épurateur-laveur à la chaux sèche
- dépenses d'infrastructure : basées sur une période d'amortissement du capital de 7 ans à un taux d'amortissement réel de 3,0 % (2002)
- conditions d'exploitation : 24 h/24, efficacité d'exploitation de 80 %, équipes de 9 personnes
- les frais comportent le combustible (kérosène), l'électricité, les produits chimiques du procédé, l'équipement de protection individuel, l'entretien régulier et les filtres HEPA
- les frais généraux et les bénéfices sont également inclus.
- l'élimination des matières traitées n'est pas incluse
- le transport vers l'installation de traitement n'est pas inclus.

#### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Les déchets d'amiante sont en général mis dans des décharges. Toutefois, certaines quantités d'amiante peuvent être contaminées par des radionucléides, des PCB, des métaux. Ces matériaux doivent donc subir un prétraitement avant élimination par mise en décharge.

#### **Installations type**

Une nouvelle installation est actuellement proposée en Irlande.

#### **Références bibliographiques**

[94, USA DoE, 2002], [150, TWG, 2004]

### **4.3.3.3 Traitement des déchets contenant du mercure**

#### **Description**

Exemples de techniques

- a. pré-traitement des déchets contenant du mercure comme suit :
  - déchetage/broyage des batteries et des piles boutons
  - triage/cassage/séparation des thermomètres et des contacteurs
  - centrifugation des boues d'épuration contenant du mercure afin de retirer la plupart du mercure métallique. Les boues d'épuration résiduelles ont une faible teneur en mercure et elles sont traitées par le procédé de distillation sous vide.
  - déchetage/criblage des lampes à décharge de gaz, en éliminant le fer et le séparant en fractions. La poudre fluorescente contenant du mercure est traitée par distillation sous vide.

- traitement par découpage des extrémités/air pulsé des lampes à décharge de gaz ; par chauffage et refroidissement, les extrémités se cassent. Ensuite, la poudre fluorescente contenant du mercure est enlevée par air pulsé (air- push). Une unité de sélection peut être ajoutée à cette technique de prétraitement. Elle détecte les poudres afin de les souffler de manière sélective. Il est possible de les réutiliser.
- b. mise en œuvre de la séquence de traitements suivante :
  - séparation et concentration du mercure, par évaporation et condensation
  - épuration des fumées avec des filtres à poussière et des filtres à charbon actif
  - renvoi dans le procédé de la poussière et du charbon contaminé issus du traitement du gaz
- c. traitement du distillat (eau et fractions organiques ) par :
  - incinération dans un incinérateur de déchets
  - passage des gaz issus de la distillation à travers un dispositif de post-combustion (à environ 850 °C) et un condenseur. Les fumées sont nettoyées par un traitement des effluents gazeux (par ex. épurateur-laveur, filtre anti-poussière et filtre à charbon actif). La poussière séparée et le charbon contaminé sont renvoyés à la cuve de distillation. Cette alternative augmente le taux de récupération.
  - épuration de la fraction eau (après séparation) et renvoi du dépôt à la cuve de distillation. Cette alternative augmente le taux de récupération.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Le mercure est recyclé en qualité de matière première secondaire. La destination des résidus venant de la cuve sous vide dépend des déchets traités. Ils peuvent être utilisés en tant que matière première secondaire (par ex. pour les batteries) ou mis en décharge (par ex. dans le cas de boues d'épuration contenant du mercure).

Dans une installation de remédiation thermique du sol, avec un débit de 2 t/h de sol contenant du mercure et avec des concentrations de gaz brut au mercure de jusqu'à 20 mg/Nm<sup>3</sup>, on a signalé un taux maximal d'élimination de 99,9 %. On a également signalé que la teneur en mercure du sol (1 à 300 mg/kg) descend jusqu'à moins de 5 mg/kg à la suite du traitement thermique. Un autre traitement a donné un pourcentage résultant de mercure émis à l'air de 0,0015 %. Les émissions vont de 0,04 à 0,2 mg/Nm<sup>3</sup>.

Dans la distillation sous vide des boues d'épuration contenant du mercure (1 à 4 % de mercure), le mercure est récupéré à 99,6 %. Environ 0,1 % du mercure reste dans le résidu et environ 0,15 % vient avec le distillat, qui doit être incinéré. Ce dernier pourcentage termine dans les fumées. Un filtre à charbon actif permet de séparer 99,9 % de ce mercure. La concentration maximale de mercure dans les résidus est de 50 mg/kg de matière sèche.

### Effets multimilieus

- consommation d'énergie pour le procédé de distillation et le prétraitement éventuel
- consommation de charbon actif et d'eau dans le traitement du gaz
- émissions dans l'air.

### Données opérationnelles

La consommation d'électricité pour le chauffage de la cuve sous vide et pour la pompe à vide s'élève à 3,5 GJ/t de déchets. La consommation d'eau de refroidissement est d'environ 13 t/t de déchets contenant du mercure. Pour le traitement des boues d'épuration contenant 2 % de mercure, il faut 24 kg de charbon actif par tonne de boue.

La nature dangereuse des vapeurs contenant du mercure impose des mesures de sécurité. Elles incluent des systèmes d'échappement, des mesures tests, des sas, des procédures de sécurité pour le remplissage, le

vidage et la déconnexion des réservoirs sous vide et des installations de décontamination. Pour réduire les risques d'explosion, d'autres mesures de sécurité sont adoptées, notamment un fonctionnement étanche à l'air du système, un contrôle de pression automatique et des secteurs exempts d'étincelle et de fumée.

### **Applicabilité**

La distillation sous vide est applicable aux boues d'épuration contenant du mercure issues des industries de production de gaz et d'huile, des batteries, des catalyseurs, des filtres à charbon actif, des thermomètres, des déchets issus du secteur dentaire, des tubes fluorescents, des grenailles d'acier et de terre. Différents flux de déchets sont traités séparément dans la distillation sous vide. Les capacités des installations type vont de 300 à 600 t/an de déchets contenant du mercure.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

- la mise en décharge est interdite pour plusieurs déchets contenant du mercure. La quantité de déchets est inférieure à la mise en décharge directe ou à l'incinération des déchets contenant du mercure, cette technique ne contient pas de mercure et la diffusion dans l'environnement est empêchée
- l'ordre de préférence pour la gestion des déchets est conforme à la Directive-Cadre sur les déchets et au Sixième Programme d'action environnementale de l'Union européenne.

### **Installations type**

Une installation de remédiation thermique des sols en Suède, deux installations type au Pays-Bas pour le traitement par distillation sous vide. Exemples d'installations avec prétraitement : une aux Pays-Bas (déchiquetage de lampes à décharge de gaz) et une en Belgique (découpage des extrémités/air pulsé).

### **Références bibliographiques**

81, VDI et Dechema, 2002], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

## **4.4 Techniques à envisager pour les traitements appliqués principalement en vue de récupérer les matières à partir des déchets**

Cette section regroupe les techniques considérées comme ayant de bonnes performances d'exploitation pour l'environnement (par ex. utilisation d'un bon système d'énergie) ou qui peuvent favoriser de bonnes performances environnementales (par ex. systèmes de management environnementaux). Elles sont liées aux traitements en vue de récupérer principalement les matières issues des déchets.

### **4.4.1 Huiles usagées**

Cette section aborde les techniques à prendre en compte dans la détermination des BAT pour le re-raffinage des huiles usagées.

#### **4.4.1.1 Techniques génériques en vue d'augmenter le rendement du re-raffinage**

##### **Description**

Le rendement d'une installation de re-raffinage varie entre 55 et 75 %, en fonction du procédé et, dans une moindre mesure, de la composition des huiles usagées. Exemples de techniques en vue d'augmenter le rendement :



- a. envoi du résidu issu de la colonne de distillation sous vide dans une unité sélectopropane, où 80 % de la fraction bright stock peut être récupérée, tout en réduisant la teneur en résidus
- b. envoi du résidu de fond de la colonne de distillation sous vide dans une unité de craquage thermique en vue d'obtenir du gasoil
- c. sélection du vide approprié dans les unités de distillation sous vide (par ex. un groupe à trois étages avec des éjecteurs de vapeur à 17 mm de Hg). Le vide peut être généré par des pompes à vide sec ou par des injecteurs de vapeur multi-étages à rendement élevé.
- d. utilisation d'une unité d'épuration-lavage pour réduire les émissions de COV et pour récupérer la matière première
- e. utilisation de tamis pour éliminer les matières telles que les fibres polymère
- f. mise en place d'un réservoir intermédiaire entre le traitement déshydratant et les distillations afin de séparer les matières qui peuvent provoquer un encrassement de la section suivante de l'installation (par ex. le four et la colonne de distillation), utilisation d'un délai de séjour suffisant pour que la réaction additive avec les huiles usagées puisse se dérouler. Le précipitat issu de cette réaction est extrait du fond du réservoir et pompé vers le stockage où la teneur en huile déshydratée peut être séparée en vue de permettre son réemploi.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Augmente le rendement des traitements de re-raffinage des huiles usagées . La technique « b » décrite dans la section description ci-dessus, l'utilisation de pompes à vide sec ne génère pas d'eau contaminée.

### **Effets multimiliieux**

Augmentation de l'utilisation d'énergie ou d'autres services publics. L'utilisation d'injecteurs de vapeur en qualité de système à vide génère de l'eau contaminée.

### **Données opérationnelles**

L'utilisation de pompes sèches peut être affectée par des impuretés (corps solides).

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Un précepte contraignant sur le plan légal existe déjà en Union européenne pour favoriser le re-raffinage des huiles usagées en huiles de base.

### **Installations type**

Les émissions dans l'air sont partiellement contrôlées sur certains sites et non contrôlées sur d'autres.

### **Références bibliographiques**

[5, Concawe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [14, Ministry for the Environment, 2000], [36, Viscolube, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

## **4.4.1.2 Sélection des huiles usagées à re-raffiner**

### **Description**

Huiles usagées adaptées au recyclage :

- les huiles de moteur (noires) qui ont des caractéristiques homogènes et sont recherchées par les installations de re-raffinage
- les huiles industrielles noires sont potentiellement adaptées au re-raffinage mais en raison de leur teneur en additifs et autres substances, elles ne sont pas, en règle générale, préférées par les installations de re-raffinage
- les huiles industrielles légères, qui sont relativement propres. Elles peuvent être re-raffinées sur site ou ré-utilisées à d'autres fins. Elles ont un marché très spécifique et indépendant des filières d'alimentation classiques du recyclage.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

L'amélioration de la qualité de la charge de départ peut accroître les performances environnementales d'une installation ainsi que la qualité du produit. Les lubrifiants usagés triés peuvent avoir une valeur de valorisation supérieure en qualité de combustible et en qualité de nouvelle matière destinée au re-raffinage. Si on empêche les composés chlorés (par ex. les solvants ou PCB) de pénétrer dans le procédé de re-raffinage, on peut alors éviter des problèmes opérationnels et environnementaux.

**Applicabilité**

Un rapport signale que 60 à 65 % des huiles usagées peuvent être retenus pour le re-raffinage, même si d'autres experts donnent un chiffre aux alentours de 50 % des huiles usagées. Les huiles usagées les mieux adaptées au re-raffinage sont celles qui ne sont pas trop fortement polluées et qui ont un indice de viscosité élevé et sont exemptes d'esters et de biolubrifiants. Les huiles moteur (noires), représentent plus de 70 % du flux d'huiles usagées. Les huiles industrielles noires représentent environ 5 % de la totalité des huiles usagées, alors que les huiles industrielles légères représentent environ 25 %. Selon les experts, les huiles usagées peuvent être re-recyclables :

- huiles moteur sans chlore (code EWL : 130205)
- huiles hydrauliques sans chlore (code EWL: 130110)
- huiles diathermiques non-chlorées (code EWL : 130306)
- huiles moteur avec chlore (code EWL : 130204) – mais uniquement sous certaines conditions (par ex. limitation de la teneur en chlore ou en PCB)
- huiles hydrauliques avec PCB (code EWL : 130101) – mais uniquement sous certaines conditions (par ex. limitation de la teneur en chlore ou en PCB)
- huiles hydrauliques avec chlore (code EWL : 130109) – mais uniquement sous certaines conditions (par ex. limitation de la teneur en chlore ou en PCB).

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Raisons économiques pour produire un bon produit.

**Références bibliographiques**

[7, Monier et Labouze, 2001], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

**4.4.1.3 Distillation/traitement à l'argile****Description**

Voir Section 2.4.1.5.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Ce procédé a potentiellement un fort impact négatif sur l'environnement en raison des quantités importantes d'argile huileuse à éliminer. De l'argile activée à haute température permet d'avoir un ratio inférieur argile/huile, augmentant par là même le rendement global et réduisant la quantité d'argile huileuse à éliminer. Comparé au procédé acide/traitement à l'argile, il y a moins d'argile huileuse à éliminer.

**Effets multimiliieux**

Mauvaise qualité du produit et faible rendement.

**Données opérationnelles**

Avec ce procédé, le rendement en huile de lubrification attendu est de l'ordre de 50 % sur une base sèche.

**Installations type**

Aucune installation n'a été identifiée.

### Références bibliographiques

[56, Babbie Group Ltd, 2002]

#### 4.4.1.4 Distillation et traitement chimique ou extraction au solvant

##### Description

Ceci consiste en une série d'évaporateurs cyclone à vide suivis par un traitement chimique des coupes d'huile de lubrification obtenues.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Le rendement en huile de lubrification attendu avec ce procédé se situe aux alentours de 65-70 % sur une base sèche. Le choix du procédé adéquat peut entraîner la suppression de la quasi-totalité des HAP, par exemple en recourant à l'extraction au solvant. Certains procédés de ce type ne génèrent pas de résidus car ils les transforment en produits (par ex. production d'un engrais par réutilisation des eaux de réaction).

##### Applicabilité

Installations de raffinage de taille moyenne (environ 25 kt/an).

##### Aspects économiques

Séduisantes financièrement. Le coût d'investissement d'une installation de 108 kt/an est de 29 millions dollars US (1994). Hypothèses : distillation sous vide associée à un traitement à l'argile ou chimique, stockage : 15 jours et fonds de roulement : 15 jours.

##### Installations type

Une installation faisant appel à ce procédé est opérationnelle en Espagne.

### Références bibliographiques

[5, Concawe, 1996], [86, TWG, 2003]

#### 4.4.1.5 Procédé d'extraction par solvant et distillation

##### Description

Voir Section 2.4.1.5. Le procédé Interline d'extraction du propane, amélioré par Sener, se compose de trois phases sans aucune étape de finition nécessaire :

- a. pré traitement chimique avec réactifs et catalyseurs
- b. extraction du propane liquide des bases lubrifiantes, séparation de l'eau et de l'asphalte
- c. distillation atmosphérique et sous vide pour séparer les fractions légères et les huiles de base pour les lubrifiants.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Le procédé ne produit pas de déchets solides. Le traitement chimique de la fraction huile résultante avec un mélange de produits chimiques convertit le chlore lié organiquement en NaCl. Après une autre distillation, tous les produits finaux ont une teneur réduite en chlore (inférieure à 10 ppm). Le réacteur chimique élimine les contaminants et le chlore descend quasiment à moins de 5 ppm.

##### Données opérationnelles

Le rendement de l'huile de lubrification déclaré pour ce procédé est de 79 % sur une base sèche. Une autre source montre que les rendements prévus par les fournisseurs de technologie sont de 72 - 74 % des huiles de base et de 21 - 22 % pour les asphaltes sur une base sèche.

**Applicabilité**

On a une possibilité de re-raffiner dans les secteurs ayant une faible production d'huiles usagées, car l'installation est bien adaptée à des capacités relativement réduites (25 à 30 kt/an).

**Aspects économiques**

Frais d'exploitation et d'investissement réduits. Les fournisseurs de technologie revendiquent une réduction des investissements et des frais d'exploitation en comparaison d'autres technologies de re-raffinage. L'économie du procédé est bien équilibrée pour les installations de capacité relativement réduite (25 - 30 kt/an).

**Installations type**

Une installation en Espagne, opérationnelle depuis 2000 montre que les émissions dans l'air peuvent être réduites en dirigeant les flux de mise à l'atmosphère et la phase gazeuse des unités de distillation vers un oxydant thermique où les éléments polluants sont oxydés à 850 °C avec une durée de maintien de deux secondes.

**Références bibliographiques**

[5, Concawe, 1996], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

**4.4.1.6 Évaporateur à couche mince et différents procédés de finissage****Description**

La distillation sous vide (évaporateur à couche mince - TFE) est un élément commun à de nombreuses installations de régénération. Une technique à envisager est d'appliquer des joints mécaniques sur les arbres rotatifs sur les évaporateurs à couche mince raclés.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Technologie TFE avec	Rendements (%) (par rapport à l'entrée pour chaque activité)
Traitement à l'argile	Rendement total : 54 à 73 % Assèchement : 88 à 92 % ; distillation TFE 80 à 81 % ; distillation sous vide 76 %, traitement à l'argile 95 %
Hydrotraitement	Produit de qualité supérieure Le rendement en huile de lubrification déclaré par les détenteurs de licence est de l'ordre de 72 % sur une base sèche. Les deux installations existantes signalées donnent jusqu'à 94 - 98 % D'autres sources donnent les rendements suivants : 88 % déshydradistillation; 84 % distillation TFE ; 86 % d'hydrofinition avec un rendement total de 64 %
Extraction au solvant	Le rendement total est situé entre 50 et 67 % 88 à 92 % distillation déshydratation ; 80 à 91 % distillation sous vide ; 83 à 91 % extraction de finition
Extraction par solvant et hydrofinition	Rendement total 91 % distillation déshydratation 81 % distillation sous vide ; 97 % extraction finition

**Tableau 4.34 : Avantages obtenus pour l'environnement de la technologie TFE**

[13, Marshall et al., 1999], [139, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

**Effets multimilieux**

Les installations TFE sans autres traitements produisent une huile de couleur foncée qui est adaptée à une matière de charge diesel mais non en qualité d'huile de base pour un assemblage dans des lubrifiants. L'expérience signalée à ce jour suggère le risque de problème d'odeur.

### **Applicabilité**

Les installations vont de 25 à 160 kt/an.

### **Aspects économiques**

L'investissement nécessaire pour une installation de distillation sous vide et d'hydrotraitement d'une capacité de 108 kt/an est de 43 millions de dollars US (1994). Certaines autres données plus récentes ont montré que le coût de l'installation d'argile TFE avec une capacité de 100 kt/an est de 221€/t d'huile ; le coût d'une installation hydro TFE avec une capacité de 50 kt/an est de 333€/t d'huile et celui d'une installation au solvant TFE avec une capacité de 50 kt/an est de 308€/t d'huile.

### **Installations type**

Une installation à Newcastle (Australie) et deux en Allemagne (respectivement de 85 et 160 kt/an) utilisent cette technologie. Au moins six différents procédés commerciaux sont disponibles.

### **Références bibliographiques**

[5, Concawe, 1996], [13, Marshall et al., 1999], [150, TWG, 2004]

#### **4.4.1.7 Procédé de désasphaltage thermique**

### **Description**

Pour plus d'informations sur le désasphaltage thermique (TDA) voir Section 2.4.1.5.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Le rendement en huile de lubrification annoncé par le détenteur de licence sur la base d'huiles usagées déshydratées est de 74 % avec traitement à l'argile (97 % assèchement reprise de carburant, 80 % désasphaltage, 95 % finition) et 77 % avec hydrotraitement (97 % assèchement reprise de carburant, 80 % désasphaltage, 96 % finition) sur une base sèche.

### **Applicabilité**

Ce procédé est appliqué dans des installations importantes de 100 à 180 kt/an et dans les installations de 40 à 100 kt/an pour l'hydrotraitement.

### **Aspects économiques**

Le coût d'une installation de désasphaltage thermique à l'argile avec une capacité de 100 kt/an est 280€/t d'huile et pour une installation d'hydrotraitement et désasphaltage thermique de 304€/t d'huile.

### **Installations type**

Une installation en Italie et deux à l'extérieur de l'Union européenne.

### **Références bibliographiques**

[13, Marshall et al., 1999], [36, Viscolube, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### **4.4.1.8 Recyclage dans une raffinerie d'huile de lubrification**

**Description**

Voir Section 2.4.1.5.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Le rendement en huile de lubrification attendu avec ce procédé est de l'ordre de 65 -70 % sur une base sèche. Cette technologie améliore la qualité de l'huile re-raffinée comparée aux installations de régénération existantes utilisant le pré-flashage, le désasphaltage et la finition à l'argile. Par ailleurs, la qualité de l'huile est revendiquée comme étant même supérieure à certains égards à celle de l'huile minérale classique produite sur le même passage de production.

**Aspects économiques**

En ce qui concerne l'emplacement de l'installation, la pré-existence d'une certaine infrastructure et d'autres équipements réduira, bien entendu, les dépenses d'infrastructure. Il est difficile de quantifier les économies en raison des frais d'entretien et de mise à niveau qui seront nécessaires dans chaque cas.

Dépenses d'infrastructure (GBP) 45 millions USD. Hypothèses : traitement de 108 kt/an, stockage de 15 jours et fonds de roulement de 15 jours.

**Installations type**

Cette filière a récemment été commercialisée en Allemagne.

**Références bibliographiques**

[5, Concawe, 1996], [13, Marshall et al., 1999], [150, TWG, 2004]

**4.4.1.9 Hydrotraitement****Description**

Voir Section 2.4.1 .4. l'épuration-lavage (voir Section 4.6.10) ou l'incinération (voir Section 4.6.14) des fumées acides issues des hydrotraitements sont des techniques à envisager.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

L'hydrotraitement est un procédé de finition très efficace pour les raisons suivantes :

- il réduit ou élimine les métaux restants ainsi que les métalloïdes des huiles usagées
- il réduit le résidu de carbone Conradson (mesure de la tendance d'un hydrocarbure à former du coke)
- il réduit les acides organiques et les produits contenant du chlore, du soufre et de l'azote
- il rétablit la couleur, les propriétés UV et thermiques
- il réduit les HAP en cas de fonctionnement sous haute pression et à des températures élevées
- il permet un indice de viscosité égal, voire supérieur à celui de la charge de départ.

**Effets multimilieux**

L'hydrogène doit être généré ou acheté. Il semble que l'hydrotraitement n'altère pas la teneur en huile synthétique déjà présente dans les huiles usagées.

**Données opérationnelles**

L'hydrotraitement augmente en général les risques de sécurité (dus au besoin de manipuler l'hydrogène sous pression et à une température élevée). Pression : 100 barg de pression partielle ; Température : 340 °C ; Catalyseur : NiMo.

### Aspects économiques

Les dépenses d'infrastructure sont très élevées pour une installation d'hydrotraitement. Le Tableau 4.35 donne certains exemples.

Installation	Coût
Re-raffinage moderne avec hydrotraitement sans collecte	4 – 47 €/tonne <sup>1</sup>
Coût de collecte moyen en Europe	110€/tonne
Re-raffinage moderne avec hydrotraitement lorsque le coût de collecte est inclus	106 à 63€/tonne
Installation autonome d'hydrofinition intense	10 millions €.
Installation autonome d'hydrofinition intense si l'unité Claus est installée, production H <sub>2</sub> , un stripper d'eau acide et des unités amines sont également nécessaires	20 millions €.
Hydrotraitement pour une installation de 108 kt/an	65 millions \$US(1994) <sup>2</sup>
Valeur à la porte de l'installation (1994) en supposant un taux de rendement interne de 15 % après impôt et un fonds de roulement de 15 jours. Un nouveau rapport préparé par Europaia (2003) donne des valeurs de 300 à 333 €/tonne <sup>2</sup> extraction par solvant et hydrotraitement, stockage: 15 jours et fonds de roulement: 15 jours.	

**Tableau 4.35 Economie des usines d'hydrotraitement**

[5, Concawe, 1996], [36, Jacobs et Dijkmans, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

### Agent moteur pour la mise en oeuvre

Augmenter la qualité des produits.

### Installations type

L'hydrotraitement est le seul procédé de re-raffinage reconnu par l'American Petroleum Institute (API). Deux installations d'hydrofinition sont opérationnelles en Italie (une pour l'hydrofinition intense et une autre pour l'hydrofinition modérée).

### Références bibliographiques

[5, Concawe, 1996], [7, Monier et Labouze, 2001], [13, Ministry for the Environment, 1999], 36, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [86, TWG, 2005]

#### 4.4.1.10 Procédé d'hydrogénation par contact direct

##### Description

Voir la description de l'hydrogénation par contact direct (DCH) en Section 2.4.1.5.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

La technique présente certains avantages, notamment :

- le procédé est très efficace pour séparer les contaminants des huiles usagées
- les produits halogénés et oxygénés sont détruits
- génération de produits plus propres (par ex. combustibles avec teneur en soufre plus réduite (<0,03 % m/m))
- la totalité des huiles usagées est traitée dans un environnement réducteur qui permet la formation de produits dérivés carbonés et polymériques
- le traitement est ensuite traité par un procédé catalytique pour convertir les composés sulfurés toxiques présents en sulfates non-toxiques
- le gaz riche en hydrogène est recyclé
- les gaz acides générés dans le réacteur de conversion sont neutralisés avec une solution caustique.



**Effets multimiliieux**

L'hydrogène doit être généré ou acheté. Les matières solides exigeant l'élimination incluront du catalyseur usé, du chlorure de sodium et du sulfate de sodium. Le procédé produit un effluent aqueux à faible teneur en DCO, exempt de sulfure et d'organochlorure et un résidu lourd stable qui est censé être adapté au mélange avec l'asphalte.

**Aspects économiques**

Produits de qualité supérieure séduisants sur le plan économique et rendement supérieur par tonne d'intrants.

**Agent moteur pour la mise en oeuvre**

Amélioration de la qualité de l'huile de base produite par :

- une meilleure qualité et de meilleures caractéristiques que celles des huiles vierges
- une huile de base de groupe II avec une faible teneur en soufre et en phosphore, une faible teneur aromatique
- une augmentation de l'indice de viscosité et de la stabilité à l'oxydation.

**Installations type**

Le procédé d'hydrogénation par contact direct a été utilisé industriellement depuis que la première installation a été terminée en Allemagne en novembre 2003.

**Références bibliographiques**

[5, Concawe, 1996], [139, Marshall et al., 2003], [150, TWG, 2004]

#### **4.3.1.11 Extraction au solvant**

**Description**

Voir Section 2.4.1.4.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Ne donne pas d'argile polluée en produit issu des déchets.

**Effets multimiliieux**

98 % seulement du solvant est régénéré après l'extraction de l'huile de base.

**Applicabilité**

Entièrement applicable dans le secteur.

**Aspects économiques**

Meilleur marché que l'option d'hydrofinition.

**Installations type**

Au moins une installation opérationnelle en Allemagne

**Références bibliographiques**

[86, UBA, 2003]

#### **4.4.1.12 Traitement à la soude caustique et aux terres de décoloration**

**Description**

Voir Section 2.4.1.5.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

On obtient un rendement élevé en huile de lubrification. L'huile de base produite est de qualité supérieure (groupe II) avec des rendements supérieurs en huile de base à ceux obtenus dans le cas d'autres technologies disponibles. La neutralisation se fait avec un traitement à l'acide et à l'argile. 25 % seulement de l'acide et de l'argile sont utilisés comparés à la quantité d'argile/acide classique.

### **Données opérationnelles**

Utilisation de soude caustique.

### **Applicabilité**

Appliquée aux huiles usagées.

### **Aspects économiques**

Intéressante sur le plan économique en raison de la qualité supérieure des produits et d'un meilleur rendement par tonne d'intrants.

### **Agent moteur pour la mise en oeuvre**

Cette technique augmente la qualité de l'huile de base :

- mêmes qualités et caractéristiques que les huiles vierges
- huile de base de groupe I avec faible teneur en soufre et en phosphores et faible teneur en éléments aromatiques
- augmentation de l'indice de viscosité et de la stabilité à l'oxydation.

### **Installations type**

Une installation fonctionne en Allemagne depuis 2000.

### **Références bibliographiques**

[5, Conca, 1996], [150, TWG, 2004]

## **4.4.1.13 Traitement en raffinerie**

### **Description**

Il y a deux options de mélange possibles en raffinerie :

#### Le mélange avec la charge de départ (en général du pétrole brut)

L'huile prétraitée est mélangée avec du pétrole brut et le mélange traverse le dessaleur avant d'être envoyé dans l'unité de distillation de pétrole brut d'une raffinerie existante. Avec cette option, les huiles usagées traversent l'ensemble des procédés de raffinage et la partie principale des huiles usagées termine dans le culot de distillation de la colonne sous vide. Ce résidu sous vide contient la plupart des métaux et des éléments sulfurés issus des huiles usagées. Leur utilisation finale dépend de la raffinerie.

#### Assemblage dans le résidu sous vide

Les huiles usagées prétraitées sont utilisées en tant que composant supplémentaire à mélanger avec le produit résiduel de la colonne sous vide. Dans cette option, les huiles usagées pénètrent à peine certaines des unités de raffinerie de l'installation. Le mélange contient tous les métaux, chlorures et composants sulfurés issus des huiles usagées.

Des essais ont montré que la plupart des métaux provenant des huiles usagées passent dans les résidus d'asphalte. La qualité du gasoil sous vide n'est pas modifiée en dehors d'une légère teneur élevée en chlore et peut être considérée comme adaptée à l'utilisation dans une opération de craquage catalytique. Toutefois, des essais ont également indiqué qu'un pré-traitement supplémentaire des huiles usagées pré-vaporisées sera nécessaire pour réduire les chlorures polyorganiques qui ne sont pas éliminés par la pré-vaporisation. Sinon, ces chlorures se distilleraient avec les extrémités légères de la colonne sous vide, entraînant une corrosion des distillats de tête de cette colonne et de tout hydrotraitement en aval.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Parallèlement à son utilisation pour fournir une charge de départ secondaire aux unités de combustible, cette technique réduit les besoins en pétrole brut du complexe. Elle abaisse en général la consommation de services publics de l'installation de lubrifiant car la régénération des huiles usagées est moins gourmande en services publics que la production d'huile de base vierge, principalement en raison de la très faible teneur en cire (par conséquent, le déparaffinage nécessaire est moins important). La réduction des émissions d'oxydes de soufre est mineure.

### **Effets multimilieux**

La présence (potentielle) de chlorures organiques peut produire un acide faible durant l'hydrotraitement, se traduisant par des problèmes de corrosion importants et des incidents potentiels. La séquence de procédé de raffinage normal n'élimine pas tous les métaux des huiles usagées, les métaux restants peuvent donc empoisonner le catalyseur du cracker catalytique.

Par ailleurs, les raffineries peuvent mélanger les huiles usagées, sans autres traitements, avec des huiles lourdes et les utiliser en tant que charge de départ secondaire pour l'unité de combustible. La combustion de ce combustible peut augmenter les émissions de  $\text{SO}_x$  et de métaux. Dans certains pays, ces brûleurs à combustibles lourds ne sont pas équipés de système d'épuration des fumées, car les permis de ces industries s'adaptent aux principes des bulles (voir BREF Raffinerie).

### **Données opérationnelles**

Cette technique peut être intégrée dans les raffineries. L'alternative du mélange d'huiles usagées avec un pétrole brut n'est pas appliquée en raison des importants problèmes techniques que les huiles usagées peuvent provoquer dans les installations, notamment l'encrassement et une corrosion accusée.

Le recyclage des huiles usagées à l'intérieur d'une raffinerie d'huile minérale n'est en général pas appliqué au vu des problèmes techniques importants que peuvent provoquer les huiles usagées aux installations. Notamment la présence de métaux dans les huiles usagées, qui peuvent empoisonner le lit catalytique d'un cracker catalytique et la présence de chlorures organiques dans les huiles usagées, qui peuvent être à l'origine de problèmes de corrosion car ils sont convertis en acide chlorhydrique faible lors des phases d'hydrotraitement.

### **Applicabilité**

Cette technique crée une distorsion dans la caractéristique produit de la raffinerie d'huile minérale. Ainsi, pour satisfaire les besoins de ses clients en lubrifiants lourds, la raffinerie d'huiles minérales doit également produire cette fraction nécessaire (en augmentant la consommation de brut de l'unité de combustibles).

La faisabilité technique de la technique n'est pas garantie car elle peut être à l'origine de problèmes opérationnels et techniques graves.

### **Aspects économiques**

La valeur approximative des huiles usagées sans collecte est de 27 €/t (valeur aux portes de l'installation (1994) en supposant un taux de rendement interne de 15 % après impôts et un

fonds de roulement de 15 jours) et de 83 y compris les frais de collecte (avec un coût de collecte moyen de 110 \$ US/t en Europe). En ce qui concerne l'emplacement de l'installation, la pré-existence d'une certaine infrastructure et d'autres équipements réduira, bien entendu, les dépenses d'infrastructure. Il est difficile de quantifier les économies en raison des frais d'entretien et de modernisation qui peuvent être nécessaires pour utiliser cette ressource.

Le coût d'investissement est de 11 millions de dollars US (1994) avec les hypothèses suivantes : 120 kt/an, stockage : 15 jours et fonds de roulement : 15 jours.

Les avantages économiques sont liés aux synergies du procédé ainsi qu'à la réduction de la consommation en pétrole brut et en énergie. Selon [7, Monier et Labouze, 2001], pour les raffineries, l'intégration d'une unité de craquage thermique serait préférable sur le plan économique à l'intégration d'une unité de re-raffinage.

### **Agent moteur pour la mise en oeuvre**

Au vu des éventuels problèmes d'exploitation graves, cette méthode n'est pas attrayante pour les opérateurs de raffineries.

### **Installations type**

Le procédé n'a pas encore d'applications industrielles. La méthode a été soumise à une étude pilote en France et une étude au Canada.

### **Références bibliographiques**

[5, Concawe, 1996], [6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [7, Monier et Labouze, 2001], [11, [5, Concawe, 1996], [11, Jacobs et Dijkmans, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### **4.4.1.14 Gestion des eaux dans les installations de re-raffinage des huiles usagées**

##### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. veiller à ce que toute eau usagée (par ex. eau distillée à partir d'huiles usagées, eaux de procédé y compris les purges de laveur en milieu basique) soit traitée avant le rejet
- b. utiliser une unité de traitement des eaux résiduaires (par ex. désémulsifiant et flocculant, floculation et traitement biologique, ultrafiltration et microfiltration). On peut trouver des informations plus détaillées en Section 4.7
- c. réemployer les eaux résiduaires nettoyées en tant qu'eau de refroidissement en utilisant une station d'épuration des eaux résiduaires adéquate et en générant des produits à base d'eau qui peuvent être réutilisés à l'extérieur de l'installation
- d. envoyer les eaux résiduaires vers le réchauffeur en même temps que les huiles afin d'incinérer les éléments constitutifs nocifs.

##### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les Figures 4.6, 4.7, 4.8 et les Tableaux 4.36 et 4.37 donnent trois exemples de valeurs obtenues avec les traitements.

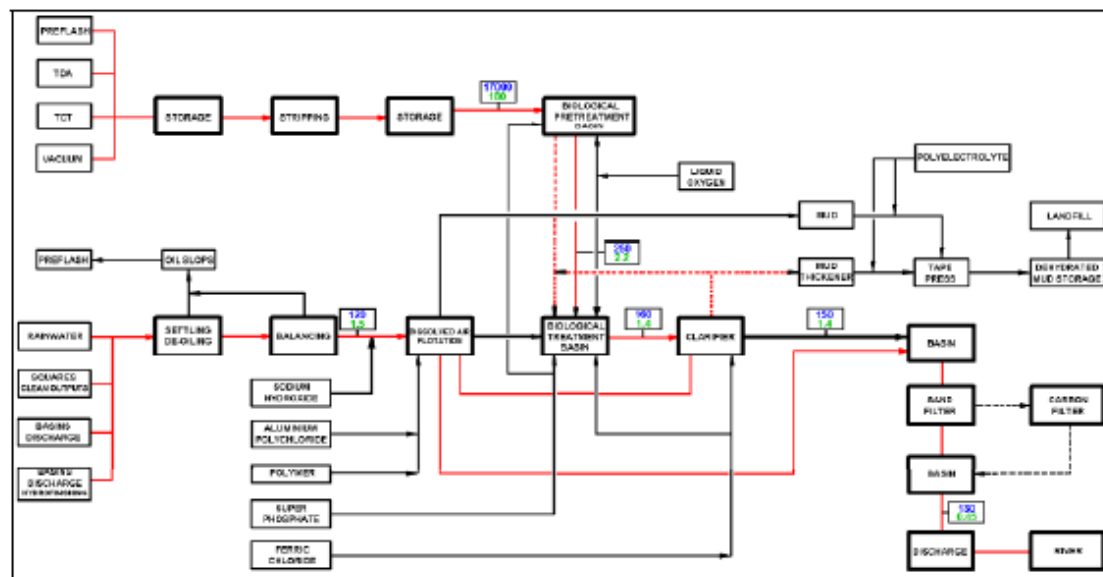
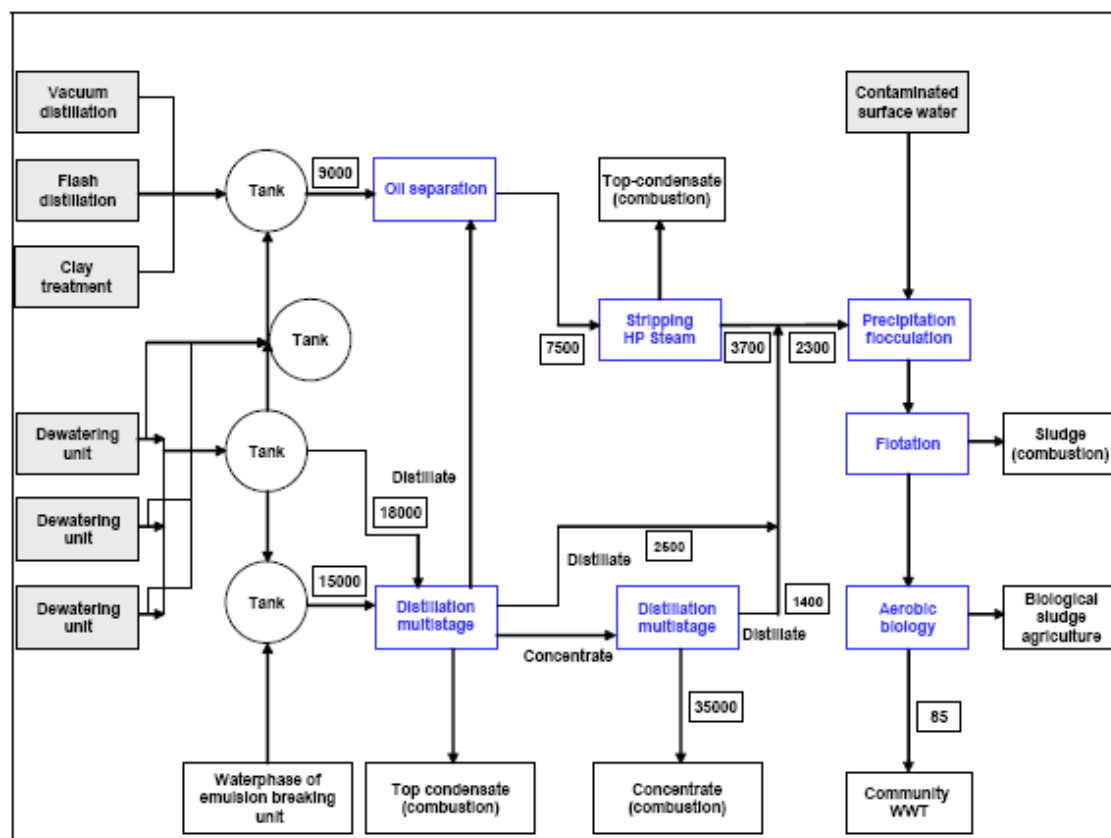


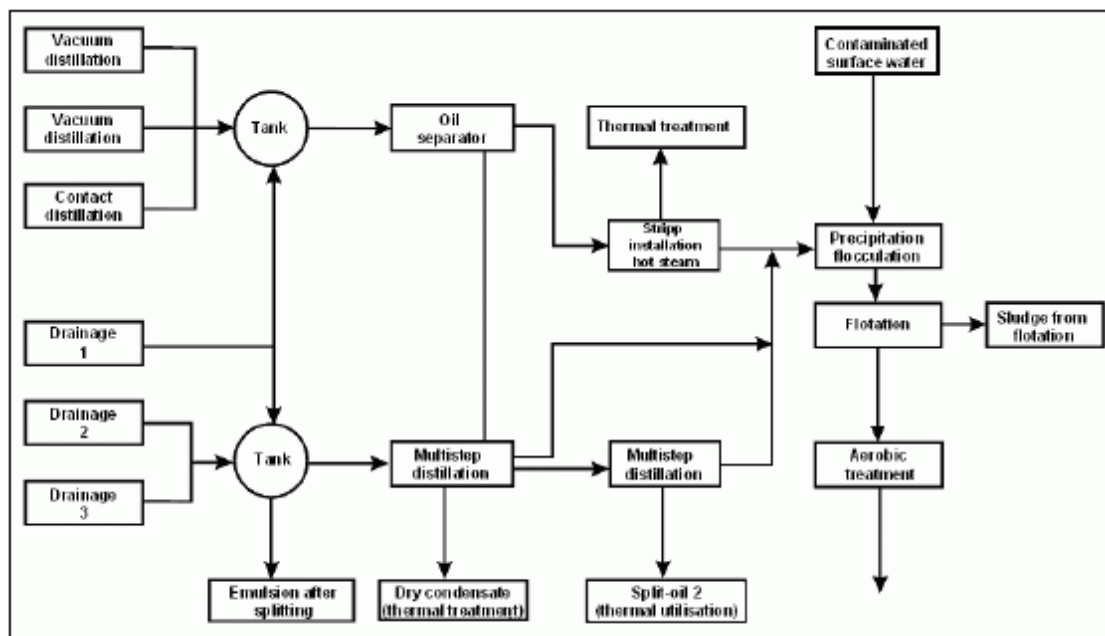
Figure 4.6 : Niveaux pouvant être atteints avec un traitement des eaux résiduaires dans un procédé de re-raffinage.  
[36, Viscolube, 2002]

Remarque : Les chiffres dans des cases sont tous données en ppm. Les chiffres du haut correspondent au DCO et les chiffres du bas correspondent à la teneur en phénol



**Figure 4.7 : Traitement des eaux résiduaires utilisées dans un procédé de régénération (TFE/ traitement sur argile)**  
[139, UBA, 2003]

Remarque : les valeurs de la figure correspondent aux teneurs en COT en ppm



**Figure 4.8 : Traitement des eaux usagées utilisées dans une installation de traitement des huiles usagées** [150, TWG, 2004]

Vacuum distillation	Distillation sous vide
Vacuum distillation	Distillation sous vide
Contact distillation	Distillation par contact
Drainage 1	Drainage 1
Drainage 2	Drainage 2
Drainage 3	Drainage 3
Tank	Réservoir
Tank	Réservoir
Oil separator	Séparateur d'huile
Thermal treatment	Traitement thermique
Contaminated surface water	Eaux de surface contaminées
Stripp installation hot steam	Vapeur chaude de l'installation de stripping
Precipitation flocculation	Floculation par précipitation
Flotation	Flottation
Sludge from flotation	Boues d'épuration issues de la flottation
Distillation multi-stage	Distillation en plusieurs stades
Distillation multi-stage	Distillation en plusieurs stades
Aerobic treatment	Traitement aérobie
Emulsion after splitting	Emulsion après fractionnement

---

Dry condensate (thermal treatment)	Traitement thermique du condensate sec
Split-oil 2 (thermal utilisation)	Huile de separation 2(utilisation thermique)



Les paramètres du Tableau 4.35 ci-dessous peuvent être obtenus avec une installation de station d'épuration similaire à celle ci-dessus

Paramètre	Précipitation/floculation dérivation (mg/l)	Biologie dérivation (mg/l) (mg/l)	Biologie interne tuyau de descente (mg/l)
COD			200 à 500
COT	1 800 à 3 500	1 300 à 2200	60 à 150
Nitrite- N		1 à 20	0,1 à 1,0
Total azote		80 à 280	10 à 60
Total phosphore		1 à 15	2,0 à 5,0
AOX		0,1 à 0,4	0,10 à 0,25
Hydrocarbures	50 à 300	<1,0 à 10	0,1 - 2,0
Benzène et dérivés		0,01 à 0,03	0,01
Indice phénol		1 à 50	0,2
Pb	<0,05 à 0,06	<0,05	0,05
Cd	<0,02	<0,02	0,02
Cr	0,02 à 1,0	<0,02	0,02
Fe	1 à 10	1 à 20	1 à 10
Cu	<0,02 à 0,2	0,02 à 0,1	0,02 à 0,1
Ni	<0,02 à 0,5	0,02 à 0,3	0,02 à 0,1
Zn	0,1 - 1,0	1,0 <0,1	0,1

**Tableau 4.36 : Composition des différents intrants et extrants issus de différents flux de la station d'épuration des eaux résiduaires dans une raffinerie d'huiles usagées [150, TWG, 2004]**

Paramètres de l'eau	Valeur (ppm)
Hydrocarbures	0,01 à 5
COD	20 à 400*
Phénols	0,15 à 0,45
* On peut obtenir des valeurs de 400 sans dilution des eaux résiduaires traitées avec d'autres flux d'eau	

**Tableau 4.37 : Niveaux pouvant être atteints dans les effluents après une Station d'épuration des eaux résiduaires biologiques dans des unités de traitement des huiles usagées [42, UK, 1995], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]**

### Effets multimiliieux

En règle générale, les stations d'épuration des eaux résiduaires génèrent de l'ammoniac et des émissions de COV dans l'air.

### Données opérationnelles

Le traitement biologique est une option à envisager ; toutefois, elle ne s'avère pas fiable. La surveillance quotidienne des rejets d'égouts comporte la surveillance des niveaux d'ammoniac mais pas la teneur totale en azote. Il n'y a pas de surveillance des niveaux phosphorés.

### Installations type

La section biologique d'une installation de récupération d'huile au Royaume-Uni se compose de quatre unités d'aération qui utilisent des réservoirs pour traiter la couche aqueuse issue du traitement de l'huile ainsi que les produits de lixiviation des décharges. Certains procédés de raffinage ne génèrent pas d'eaux résiduelles pour traitement externe. Ces systèmes utilisent complètement les eaux contenues dans les huiles usagées (par ex. utilisation de l'eau traitée en tant que fluide de réfrigération ou dans la production d'un engrais).

**Références bibliographiques**

[36, Viscolube, 2002], [42, UK, 1995], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [139, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

#### **4.4.1.15 Gestion des déchets dans les installations de traitement des huiles usagées**

**Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. brûler les huiles régénérées non lubrifiantes dans un équipement de chauffage doté d'un laveur de gaz pour augmenter l'énergie destinée à l'installation
- b. traiter et éliminer tous les filtres usés
- c. appliquer un traitement thermique pour tous les résidus
- d. utiliser les résidus issus des distillations sous vide et des évaporateurs en tant que produits asphaltés.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit la quantité de résidus générés par le traitement.

**Agent moteur pour la mise en oeuvre**

Réduit la génération de déchets.

**Installations type**

Utilisé en général dans les installations de régénération des huiles usagées.

**Références bibliographiques**

[56, Babbie Group Ltd, 2002], [150, TWG, 2004]

#### **4.4.2 Solvants usagés**

##### **4.4.2.1 Sélection des solvants usagés à recycler**

**Description**

Les solvants usagés composés de monoflux sont en général régénérés. Un solvant usagé peut être considéré comme pouvant être régénéré si, par exemple :

- il s'agit d'un monoflux (un lot provenant d'un générateur de déchets)
- il donne au moins 60 % de distillat
  - il a une certaine quantité minimale par chargement
  - les coûts de distillation sont les mêmes, voire inférieurs à ceux de l'incinération.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Évite les problèmes environnementaux dans l'installation. A l'aide de la distillation, les solvants usagés sont séparés en un solvant réutilisable et des résidus de distillation non-réutilisables.

### **Applicabilité**

Solvants non-chlorés, CFC et halons.

### **Références bibliographiques**

[150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004], [157, UBA, 2004]

#### **4.4.2.2 Amélioration du traitement régénératif des solvants usagés**

### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. application d'une distillation azéotrope
- b. application d'une distillation sous vide
- c. utilisation d'évaporateurs à couche mince
- d. chauffage du flux de charge avec le distillat à l'aide d'un échangeur thermique et mesures d'isolation
- e. application d'un réemploi en cascade du solvant (c'est-à-dire que le solvant est utilisé une fois pour un nettoyage de qualité supérieure, puis de nouveau pour un autre nettoyage ou pour des opérations qui n'ont pas besoin de solvant pur)
- f. utilisation de systèmes d'équilibrage de vapeur et orientation du gaz résiduaire dans des techniques de réduction (par ex. filtration sur charbon actif, systèmes clos et utilisation de conduites d'équilibrage de vapeur durant le chargement). L'efficacité de l'élimination d'un filtre à charbon actif est d'au moins 90 %.
- g. utilisation de la distillation pour la séparation des solvants organiques à partir des solides
- h. utilisation de la rectification pour éliminer les substances contaminantes et pour obtenir une certaine qualité à partir des déchets SORTANTS
- i. assèchement à l'aide d'une cuve de décantation si les solvants contiennent de l'eau.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Améliore la séparation des solvants usagés et permet une utilisation plus efficace des solvants. Possibilité de réduire la consommation d'énergie de la distillation (par ex. techniques « b » et « d » dans la section description ci-dessus).

On peut obtenir des valeurs d'émission de 50 mg C/Nm<sup>3</sup> dans le gaz résiduaire après le traitement mentionné en technique « f » de la section description ci-dessus.

### **Effets multimilieux**

Le recours au réemploi en cascade des solvants peut développer l'utilisation de solvants dans des dispositifs ouverts, par exemple, pour nettoyer des machines ou des machines peindre. Dans ce cas, il faut connaître une certaine composition du mélange de solvants et ces derniers ne doivent pas contenir de produits organiques volatils considérés comme des matériaux à risque pour la santé de l'homme.

La distillation des solvants usagés produit des émissions d'hydrocarbures dans l'air et dans les eaux résiduaires ; elles doivent être traitées.

### **Données opérationnelles**

L'utilisation de systèmes d'équilibrage de vapeur pendant la charge des solvants permet, en général, de réduire les émissions de COV fugitives (par ex. Allemagne). Le gaz résiduaire est en général traité par adsorption sur du charbon actif.

**Applicabilité**

La technique de distillation est applicable à tous les solvants régénératifs et aux réfrigérants. Les capacités des installations type vont d'environ 2 à 60 kt/an. La distillation azéotrope est en général utilisée pour améliorer la valorisation des solvants. Un mélange azéotrope ou azéotropique est un mélange de liquides qui se comportent comme une seule substance lorsqu'ils sont portés à ébullition (c'est-à-dire que la vapeur et le liquide ont la même composition). La distillation azéotropique consiste en l'ajout d'une substance (en général de la vapeur) pour former un mélange azéotropique avec le solvant à recycler. Le mélange azéotropique aura un point d'ébullition inférieur au mélange de départ, ce qui facilite la récupération du solvant.

La distillation sous vide est conçue pour gérer des solvants ayant des points d'ébullition supérieurs (au-dessus de 200 °C).

**Agent moteur pour la mise en oeuvre**

Certains solvants organiques sont des produits particulièrement dangereux pour la santé de l'homme. Certaines restrictions (par ex. installations fermées) sont mentionnées dans la Directive 1999/13/EC.

L'ordre de préférence pour la gestion des déchets est conforme à la Directive-Cadre relative aux déchets et au sixième programme d'action communautaire pour l'environnement de la Communauté européenne.

**Installations type**

Régénération de la N-méthyl-2-pyrrolidone (NMP) utilisée dans l'industrie électronique.

**Références bibliographiques**

[53, LaGrega et al., 1994], [130, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004],

**4.4.2.3 Traitement des eaux résiduaires dans une installation de solvants usagés****Description**

Voir Section 4.7. On trouve parmi les techniques utilisées dans les installations de traitement des solvants usagés : les installations de stripping des eaux résiduaires, les bio-réacteurs, les réservoirs d'eau résiduaire de base, les réservoirs de stockage intermédiaire des eaux usées et les installations d'ultrafiltration.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Les caractéristiques de l'effluent après traitement sont présentées dans le Tableau 4.38.

Composés	Valeur moyenne	Unités
Couleur	-	
Odeur	-	
pH	8,7	
Conductivité électrique	989	µS/cm
P total	0,46	mg/l
N total	32,9	mg/l
Demande chimique en oxygène (DCO)	18	mg/l
DBO <sup>7</sup>	<3	mg/l
Sb	<0,01	mg/l
Pb	0,010	mg/l
Cd	0,002	mg/l
Cr total	0,002	mg/l

Co	0,006	mg/l
Ni	0,002	mg/l
Zn	0,02	mg/l
Hydrocarbures halogénés légèrement volatils	4	µ/l
AOX	320	µ/l
Remarque : Données de 2002		

**Tableau 4.38 : Caractéristiques des effluents d’une station d’épuration des eaux résiduaires dans une installation de régénération des solvants usagés [130, UBA, 2003]**

### **Effets multimiliieux**

Voir Section 4.7.

### **Données opérationnelles**

Voir Section 4.7.

### **Applicabilité**

Voir Section 4.7.

### **Aspects économiques**

Voir Section 4.7.

### **Agent moteur pour la mise en oeuvre**

Voir Section 4.7.

### **Installations type**

Les installations de traitement des solvants usagés disposent, en règle générale, d’installations de traitement des eaux résiduaires.

### **Références bibliographiques**

[130, UBA, 2003]

## **4.4.2.4 Évaporation des résidus de distillation**

### **Description**

Des sècheurs sous vide et d’autres techniques de séchage sont utilisés pour les culots de distillation.

### **Avantages obtenus pour l’environnement**

Augmentation du pourcentage de solvant récupéré. Valorisation de 99 % des solvants du conteneur. Ceci peut réduire la concentration totale en solvant d’un facteur d’environ dix. Les résines et les pigments peuvent également être valorisés. Parallèlement, ils peuvent réduire les odeurs et les émissions de COV qui peuvent être générés par les culots de distillation.

### **Effets multimiliieux**

Le résidu solide qui est généré doit être traité. Des COV sont émis dans l’air et ils sont traités avant d’être émis.

### **Données opérationnelles**

De l'énergie (chaleur et électricité) est nécessaire pour faire fonctionner ces systèmes. Des systèmes peuvent traiter jusqu'à 4 000 tonnes de résidus de distillation par an. Partant de là, il est possible d'obtenir entre 1 500 et 2 000 tonnes de solvant par an. L'énergie spécifique de malaxage va jusqu'à 0,1 kWh/kg. La séparation entre les zones de chauffage et de refroidissement facilite un contrôle efficace de la température du produit.

**Applicabilité**

N'a pas besoin de beaucoup de surface et est facilement applicable aux installations existantes. Applicable aux résidus de distillation des solvants de peinture, polymères, élastomères, produits pharmaceutiques et produits alimentaires. Les COV proviennent d'une large gamme de types de déchets. Les exemples évidents sont les huiles et les solvants usagés. Par exemple, une boue de culot de distillation peut avoir une forte concentration de solvants qui, si elle se présentait sous forme liquide, pourraient éventuellement être valorisée.

**Aspects économiques**

Investissements s'élevant à 1,2 millions d'euros. Les frais d'exploitation varient entre 100 et 150 € par tonne de résidu traitée.

**Agent moteur pour la mise en oeuvre**

Améliorer la valorisation des solvants et la réduction des déchets

**Installations type**

Dans le monde entier, six installations au moins utilisent ce système, dont quatre en Europe. Des techniques de séchage sont utilisées au Royaume-Uni pour la distillation des boues de culot de distillation.

**Références bibliographiques**

[50, Scori, 2002], [55, UK EA, 2001], [66, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

**4.4.2.5 Automatisation complète de l'incinération des résidus****Description**

Le rejet des boues de distillation est optimisé dans les installations de distillation de solvants. Pour des raisons de protection et d'exploitation de l'environnement, le procédé du rejet est désormais totalement automatisé. La valeur de chauffage étant élevée, le transfert des boues d'épuration dans l'installation d'incinération interne est entièrement automatisé.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Traitement des résidus à partir du traitement des solvants usagés.

**Applicabilité**

Cette technique de rejet quasi-sec n'est pas nécessairement la solution adéquate lorsque le procédé est optimisé dans sa globalité.

**Installations type**

Une installation de distillation de solvants à Münster (Allemagne).

**Références bibliographiques**

[150, UBA, 2004]

**4.4.3 Catalyseurs usagés**

### 4.4.3.1 Techniques génériques utilisées dans le traitement des catalyseurs usagés

#### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. application de la récupération thermique sous forme de production d'énergie ou de récupération. A cet effet, il est possible d'utiliser les brûleurs, les échangeurs de chaleur et les chaudières à récupérateur de chaleur pour récupérer la chaleur. La vapeur ou l'électricité générées peuvent être utilisées in-situ ou hors site, par ex. pour préchauffer le gaz de transformation ou les gaz combustibles
- b. utilisation d'oxygène ou d'air enrichi en oxygène ou d'oxygène dans les brûleurs
- c. préchauffage de l'air de combustion utilisé dans les brûleurs
- d. préchauffage de la matière chargée dans le four
- e. contrôle automatique du point d'extraction en utilisant des registres et des commandes de ventilateur afin que les systèmes soient déployés quand et là où ils sont nécessaires, par exemple, pendant le chargement ou pendant le « retrait » d'un convertisseur.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Récupération de chaleur et d'énergie, ce qui est loin d'être négligeable dans cette industrie en raison du coût élevé que représente cette énergie.

L'utilisation d'air enrichi en oxygène ou d'oxygène dans les brûleurs réduit la consommation globale en énergie en permettant la combustion complète de la matière carbonée. Parallèlement, les volumes de gaz résiduaire sont nettement réduits, permettant d'utiliser des ventilateurs moins importants.

L'avantage du préchauffage de l'air de combustion utilisé dans les brûleurs est bien documenté. En cas d'utilisation d'un préchauffage d'air de 400 °C, il y a une augmentation de la température de flamme de 200 °C, alors que si le préchauffage est de 500 °C, la température de la flamme augmente de 300 °C. Cette augmentation de température de flamme se traduit par un meilleur rendement et une réduction de la consommation globale d'énergie. L'alternative au préchauffage de l'air de combustion est de préchauffer la matière qui est chargée dans le four. La théorie montre que l'on peut dégager des économies d'énergie de 8 % pour chaque 100 °C de préchauffage et, en pratique, le préchauffage à 400 °C entraînerait une économie d'énergie de 25 %, alors qu'un préchauffage à 500 °C entraîne une économie d'énergie de 30 %.

#### Applicabilité

La technique utilisée pour récupérer la chaleur varie d'un site à l'autre, en fonction du nombre de facteurs tels que les utilisations potentielles pour la chaleur et l'énergie dans ou à proximité du site, l'échelle des opérations et le risque que les gaz ou leurs éléments constitutifs n'encrassent ou ne se déposent sur les échangeurs de chaleur.

De nombreuses techniques visant à récupérer l'énergie sont relativement faciles à mettre à niveau, mais à l'occasion, il peut y avoir problèmes de dépôt de composés métalliques dans les échangeurs de chaleur. Une bonne conception s'appuie sur une connaissance solide des composés rejetés et de leur comportement à différentes températures. Les mécanismes de nettoyage des échangeurs de chaleur sont également utilisés pour maintenir leur efficacité thermique.

#### Référence bibliographique

[125, Ruiz, 2002]

### 4.4.3.2 Amélioration du contrôle de procédé



## Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- ajuster les niveaux de température et la durée de séjour du catalyseur dans l'unité afin d'atteindre les niveaux voulus de carbone et de soufre
- prévoir le refroidissement avant une installation de filtre à manches
- utiliser des fours scellés, ce qui peut permettre une très grande efficacité de capture des émanations
- utiliser des gaines et des ventilateurs pour acheminer les gaz collectés jusqu'aux procédés de réduction de la pollution ou de traitement. Des ventilateurs à vitesse variable sont utilisés pour obtenir des taux d'extraction adaptés aux conditions variables, telles que le volume du gaz, avec un minimum de consommation d'énergie
- avoir un bon contrôle de température pendant le procédé de régénération
- concevoir une durée de séjour très courte dans le prétraiteur (de l'ordre de quelques minutes), afin de minimiser l'attrition normalement associée aux procédés à lit fluidisé
- appliquer la technologie de dimensionnement (c'est-à-dire un tri en fonction de la longueur) après la régénération. La technologie du tri en fonction de la longueur retire les particules des catalyseurs courts (en général avec une longueur de une à deux fois le diamètre) qui ne peuvent pas être éliminées avec le criblage classique. Dans un exemple, le tri en fonction de la longueur a été mis sur pied pour accepter uniquement une fraction granulométrique relativement petite, pour augmenter la longueur moyenne de 0,1 à 0,2 mm sans rejeter trop de matière.

## Avantages obtenus pour l'environnement

Améliore le contrôle du procédé et l'efficacité des techniques de réduction. L'efficacité de la collecte dépend de l'efficacité des hottes, de l'intégrité des gaines et de l'utilisation d'un bon système de contrôle de débit/pression.

## Données opérationnelles

Le refroidissement avant l'installation d'un filtre à manches est une technique importante car elle assure une protection du filtre contre les températures et permet d'avoir un choix plus large de tissus. Il est parfois possible de récupérer la chaleur à ce stade. La température des gaz après cet échangeur de chaleur peut se situer entre 200 et 450 °C. Le second échangeur de chaleur ramène la température du gaz à 130 °C avant le filtre à manches. Les échangeurs de chaleur sont normalement suivis par un cyclone qui retire les particules les plus importantes et agit en tant que pare-étincelles.

## Agent moteur pour la mise en oeuvre

Exigences vis à vis du produit.

## Référence bibliographique

[125, Ruiz, 2002]

### 4.4.3.3 Techniques de réduction utilisées dans le secteur de la valorisation des catalyseurs usagés

Technique de réduction	de	Emplacement d'application	Section du document dans laquelle la technique de réduction est analysée
Filtre en tissu		Sortie des fours	4.6.5
Dépoussiéreur par voie humide		Sortie des fours	4.6.11

**Tableau 4.39 : Techniques de réduction appliquées aux installations de valorisation des catalyseurs usagés**

[125, Ruiz, 2002]

### 4.4.4 Charbon actif

#### 4.4.4.1 Choix du four utilisé pour régénérer le charbon actif usagé

##### Description

Les options sont des « fours à soles étagées », des « fours rotatifs à chauffage direct » et des « fours à chauffage indirect » (où il n'y a pas de contact entre le contenu du four et les effluents gazeux générés à partir du brûleur).

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Le four à soles multiples présente des avantages significatifs par rapport aux autres types de fours au point de vue de l'efficacité de la valorisation car la température de chaque four peut être contrôlée de manière indépendante. La direction des gaz d'échappement peut être en flux parallèle ou à contre-courant du sens d'écoulement du charbon. Dans certaines conceptions, le dispositif de post-combustion peut être incorporé dans le four au niveau de sole « zéro ». Le four à soles multiples a de meilleures caractéristiques de contrôle de température et de transfert de masse que le four rotatif et a un temps de séjour du charbon, en règle générale de une à deux heures. Les pertes en charbon peuvent atteindre 10 % du poids.

Les fours rotatifs à chauffage direct peuvent fonctionner avec du charbon qui s'écoule en flux parallèle ou à contre-courant du flux de l'air de combustion. Dans le mode de fonctionnement à contre-courant, les gaz d'échappement quittant le four sont à une température supérieure à celle du mode à flux parallèle, ce qui permet éventuellement de concevoir un dispositif de post-combustion avec des critères moins stricts tout en détruisant les contaminants gazeux.

Les fours à chauffage indirect présentent l'avantage d'éliminer le besoin de mélanger les effluents gazeux du brûleur avec les gaz de procédé. Comme le volume du gaz devant être chauffé est moins important, cela se traduit par une économie d'énergie et une réduction de la taille de l'équipement de réduction. Les effluents gazeux du brûleur qui ont chauffé indirectement le four sont ensuite envoyés vers la base de la cheminée où ils peuvent être combinés avec les fumées du four pour réduire la visibilité du panache émis. Cette méthode permet des pressions partielles de vapeur supérieures dans le four, ce qui devrait réduire la formation d'oxydes d'azote. Par ailleurs, la formation d'halogénures devrait être favorisée plutôt que celle des halogènes élémentaires, les halogénures étant plus facilement éliminés dans les systèmes de lavage en aval.

##### Données opérationnelles

Comme il n'y a pas de surfaces métalliques exposées, les fours rotatifs peuvent normalement fonctionner à des températures supérieures à celles des fours à soles étagées. Les pertes de charbon sur les fours rotatifs peuvent être de l'ordre de 5 à 15 % de poids. Il convient d'accorder une attention particulière aux joints entre le four rotatif et les plaques d'extrémité pour éviter toute fuite de gaz et de particules. Normalement, le contrôle des émissions fugitives à partir de ce secteur se fait en faisant fonctionner le four à une pression légèrement négative.

Normalement, les fours indirects sont normalement construits avec un tube métallique et peuvent ne pas être adaptés à des applications industrielles en raison de problèmes de corrosion qui peuvent apparaître pendant le traitement de certains charbons industriels.

##### Applicabilité

Les fours à chauffage indirect sont en général utilisés dans le traitement de charbons industriels car des critères de température plus onéreux s'appliquent au dispositif de post-combustion.

**Installations type**

Le concept de four à chauffage indirect est de plus en plus répandu. Les fours à infrarouge sont d'une application relativement nouvelle et on les rencontre principalement aux Etats-Unis. Leur chauffage se fait par des éléments infrarouges et un chauffage indirect du charbon. Ils évitent ainsi la production d'un gaz combustible, production qui peut réduire les volumes d'air nécessitant un traitement dans la chaîne de réduction. Ils sont, par conséquent, limités à des capacités maximales situées aux alentours de 1 000 t/an.

Le seul exemple de four rotatif à chauffage indirect connu en Europe se trouve au Royaume-Uni et il semblerait ne plus être opérationnel.

Une installation de régénération de charbon actif est située sur un site d'eau potable utilisant un four à soles multiples : l'installation se compose de silos qui contiennent le charbon usé et le charbon actif réactivé, un système séparé d'eau de transfert réactivée et usée pour transporter le charbon à partir des silos et vers et à partir du four. L'unité dispose également d'un système de transfert direct vers les ouvrages d'eau pour traiter le charbon à partir de ce site particulier. Le charbon usé et le charbon réactivé sont transportés à partir d'autres sites en utilisant des camions citernes en vrac.

**Références bibliographiques**

[29, UK Environment Agency, 1996], [41, UK, 1991], [42, UK, 1995], [150, TWG, 2004]

**4.4.4.2 Epuration des fumées****Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. utiliser un dispositif de post-combustion pour les gaz quittant le fourneau ou le four. Le dispositif de post-combustion doit fonctionner chaque fois que du charbon est présent dans le four
- b. concevoir le régénérateur et l'équipement et les conduits associés pour qu'ils fonctionnent à une pression réduite afin d'éviter que les gaz du régénérateur ne s'échappent dans l'air
- c. récupérer la chaleur. En général, ceci implique des échangeurs de chaleur gaz/gaz pour permettre le préchauffage de l'air de combustion et le réchauffage des effluents gazeux. Une chaudière de récupération peut également être utilisée pour la génération de vapeur qui est également utilisée dans la réactivation du charbon.
- d. refroidir les effluents gazeux avec une section trempe ou un laveur à Venturi
- e. utiliser un laveur à eau ou à acide. Des techniques d'absorption par pulvérisation peuvent également être utilisées. Il sera nécessaire de prévoir un contrôle du pH sur la liqueur du laveur.
- f. acheminer des effluents gazeux vers la cheminée par le biais d'un ventilateur à tirage induit avec réchauffage partiel des effluents gazeux
- g. utiliser des précipitateurs électrostatiques secs ou humides, des laveurs à Venturi ou des filtres en tissus. Les séparateurs par inertie, par ex. cyclones lorsqu'ils sont utilisés seuls, ont peu de chance de satisfaire les valeurs d'émission faibles.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit les émissions d'effluent gazeux générées. Un sécheur par pulvérisation suivi de filtres en tissus ou céramique présente l'avantage supplémentaire de permettre à d'autres réactions de neutralisation d'intervenir entre les résidus solides piégés et le flux de gaz d'échappement. Ceci peut entraîner une réduction des exigences basiques pour un sécheur par pulvérisation de 10 à 15 % par rapport à un séparateur humide.

Dans le contexte des procédés concernés, le Tableau 4.40 représente les niveaux pouvant être atteints pour les substances clefs.

Substance	Niveaux réalisables
Total particules	20
Acide chlorhydrique	30
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	50
Oxydes d'azote (NO <sub>2</sub> )	350
Monoxyde de carbone (mesuré après la dernière injection d'air)	50
COV (C) (à l'exclusion des particules)	20
Dioxines et furannes (International Toxicity Equivalent - ITEQ)	1 ng/m <sup>3</sup>
Remarques : Les concentrations ci-dessus concernent une surveillance non continue.	

**Tableau 4.40 : Référence des rejets à l'air des émissions d'air [29, UK Environment Agency, 1996]**

### Effets multimiliex

La technique "f" de la section Description, exige le réchauffage de l'effluent gazeux.

### Données opérationnelles

Le régénérateur inclut une chambre de post-combustion qui est équipée et exploitée de manière à ce que les effluents gazeux issus de la régénération du charbon soient augmentés, après la dernière injection d'air, d'une manière contrôlée et homogène en tenant compte des conditions les plus défavorables et amenées à une température d'au moins 850 °C telle que mesurée au niveau de la paroi interne de la chambre de combustion. Cette dernière doit être maintenue pendant au moins deux secondes en la présence des derniers 6 vol-% de gaz sec d'oxygène tel que mesuré à la sortie du dispositif de post-combustion. Pour du charbon qui a été utilisé dans les applications industrielles avec présence éventuelle de substances halogénées ou résistantes thermiquement (par ex. contenant plus d'un certain pourcentage réduit), la température est, en règle générale, augmentée à au moins 1100 °C. La durée de séjour, la température minimale et la teneur en oxygène des gaz d'échappement doivent être vérifiées. Toutefois, il peut être possible, dans certains cas non spécifiés par le TWG, d'obtenir un effet équivalent avec des conditions moins strictes (on peut trouver certaines informations génériques sur cette question dans le BREF sur l'Incinération des déchets).

### Applicabilité

Les effluents gazeux venant de four à soles étagées ou de fours rotatifs, suivent en général une filière de traitement similaire. Dans le cas de fours rotatifs à allumage parallèle, les mêmes conditions peuvent éventuellement être obtenues sans dispositif de post-combustion.

L'épuration des fumées dépend de l'application du charbon et de la nature du combustible utilisé comme combustible dans le four et dans le dispositif de post-combustion. L'équipement décrit ci-dessus peut en général être utilisé pour les charbons qui ont servi pour le traitement de l'eau potable et pour des applications de qualité alimentaire. Pour le charbon utilisé dans des applications industrielles, des mesures de réduction plus importantes sont nécessaires.

Les installations de traitement des gaz résiduaux peuvent varier en fonction de l'application dans laquelle le charbon a été utilisé. Des exigences plus strictes peuvent être nécessaires pour du charbon qui a été utilisé pour des applications industrielles. Dans ce cas, il peut être nécessaire de recourir à un autre lavage chimique pour atteindre les niveaux de rejet désirés. Il peut également être nécessaire, dans la phase de

post-régénération, de maintenir à des températures d'au moins 1100 °C pendant un délai de séjour de deux secondes en présence d'au moins 6 vol-% d'oxygène et de gaz sec, pour assurer l'oxydation complète de certains composés réfractaires.

#### Agent moteur pour la mise en œuvre

Dans certaines circonstances locales et en raison de problèmes visuels (par ex. suppression du panache visible), certaines autorités peuvent parfois exiger le recours aux techniques "c" et "f" dans la section description ci-dessus.

#### Références bibliographiques

[29, UK Environment Agency, 1996], [41, UK, 1991], [42, UK, 1995], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

#### 4.4.4.3 Stations d'épuration

##### Description

Avec ces procédés, un système pour le traitement des effluents liquides générés dans les installations d'épuration des fumées est nécessaire. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- précipitation à l'hydroxide en deux phases à différentes valeurs de pH
- précipitation au sulfure pour éliminer les métaux
- utilisation de la floculation, de la sédimentation, de la filtration ou de la centrifugation pour séparer les matières en suspension. Une phase de pré-traitement préliminaire chimique ou physique peut également être nécessaire pour conditionner les solides en suspension et améliorer la séparation
- ajustement du pH afin de favoriser la précipitation des produits chimiques et d'obtenir un effluent acceptable
- utilisation de zéolithes naturelles, de résines avec échange d'ions, de charbon actif et de techniques d'osmose inverse pour éliminer les impuretés nocives (par ex. pesticides). La concentration par évaporation est également une option possible.
- application d'un traitement biologique pour retirer la DBO, les phénols, les cyanures et l'ammoniac.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Le Tableau 4.41 présente les niveaux réalisables pour les substances clefs dans le contexte des procédés concernés.

Substance	Réalisable <sup>1</sup>	Unités
DCO		
Solides en suspension	50 <sup>2</sup>	mg/l
Cadmium	5 <sup>3</sup>	µg/l
Mercure	1 à 10	µg/
Autres métaux lourds	<0.5	Mg/l
Dioxines et furannes, HAP et autres composants organiques		
Simazine	1 <sup>4</sup>	µg/l
Atrazine	1 <sup>4</sup>	µg/l
Remarques :		
<sup>1</sup> Les niveaux indiqués représentent une concentration moyenne mensuelle pondérée en débit		
<sup>2</sup> Par sédimentation ou décantation. On peut obtenir des rejets inférieurs par filtration, si besoin, en fonction de l'eau de réception et du niveau de contamination en autres polluants		
<sup>3</sup> Par précipitation et filtration qui doit pouvoir atteindre une réduction de 70 %. Le traitement ultérieur dans l'installation de traitement biologique des ouvrages de traitement des égouts l'amènera en dessous de la limite de détection		

<sup>4</sup>	Pour les charbons des eaux résiduaires, les quantités traces de pesticides peuvent être lavées à partir de charbon actif en granulés (CAG) dans les eaux résiduaires avant l'évacuation vers les égouts. De nombreuses installations de régénération au CAG installent, à titre de précaution, de petits filtres au CAG sur la sortie d'égout
--------------	---

**Tableau 4.41 : Valeurs réalisables d'émissions d'eau**  
[29, UK Environment Agency, 1996], [150, TWG, 2004]

### Applicabilité

Appliqué aux effluents issus du traitement d'effluents gazeux par lavage ou trempé.

### Installations type

Il existe de nombreux exemples dans le secteur.

### Références bibliographiques

[29, UK Environment Agency, 1996], [150, TWG, 2004]

#### 4.4.4.4 Techniques de contrôle de pollution applicables à la régénération du charbon actif

Techniques de contrôle de pollution en vue de réduire les particules et les gaz acides	Applicabilité à la régénération du charbon actif
Mesures primaires pour le contrôle des particules	Température du four Taux de rotation du four rotatif Type de combustible
Mesures secondaires pour le contrôle des particules et gaz acides	Collecteurs mécaniques Séparateurs humidesSéparateur sec Dépoussiéreurs électrostatiques (ESP) Filtres tissus
Mesures primaires pour le contrôle de NO <sub>x</sub>	Réduire les températures du four et de combustion Réduire l'air en excès et, par conséquent, la concentration d'oxygène atomique dans les zones de température supérieures Réduire la durée de séjour dans les zones de température supérieures Contrôler le taux de rejet de chaleur du four et éliminer les pointes de température élevées Recirculation des effluents gazeux (FGR) Etagement de l'air « Air staging » Etagement du combustible « Fuel staging » Isolation des fours Entrée basse de l'air secondaire (froid) Ratio air/combustible réduit
Mesures secondaires pour le contrôle du NO <sub>x</sub>	Réduction catalytique sélective (SCR) Réduction catalytique non-sélective (SNCR) Procédé DESONOX Procédé SNOX Procédé EDTA-Chelate SO <sub>x</sub> NO <sub>x</sub> RO <sub>x</sub> BOX

**Tableau 4.42 : Applicabilité des techniques de la régénération du charbon actif pour le traitement des effluents gazeux**  
[41, UK EA, 1991], [150, TWG, 2004]

### **4.4.5 Régénération des résines**

#### **4.4.5.1 Techniques pour la régénération des résines**

##### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. application d'un système d'équilibrage du pH
- b. application de la régénération à l'eau chaude.

##### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Augmente le taux de régénération des résines. L'utilisation alternative de chaleur (c'est-à-dire d'eau chaude) pour régénérer les résines, permet potentiellement de réduire le volume des effluents et diminue les besoins en énergie, notamment lorsque la récupération de chaleur est employée sur le fluide régénéré.

##### **Applicabilité**

La régénération à l'eau chaude n'est possible que pour les résines stables thermiquement.

##### **Aspects économiques**

La principale technique employée pour contrôler les rejets dans l'eau est un système d'équilibrage du pH. Un tel système peut coûter de l'ordre de 30 000 à 40 000 GBP pour un coût total d'installation de l'ordre de 250 000 GBP, hors travaux de Génie civil. La régénération à l'eau chaude diminue les frais d'exploitation.

##### **Références bibliographiques**

[41, UK, 1991], [42, UK, 1995]

#### **4.4.5.2 Techniques de contrôle de pollution applicables au charbon actif et à la régénération des résines**

Possibilité d'appliquer le même type de techniques que pour la régénération du charbon actif. Par conséquent, se reporter à la Section 4.4.4.4.



### 4.5 Techniques à envisager pour la préparation de déchets à utiliser en qualité de combustible

Cette section contient des techniques considérées comme offrant de bonnes performances d'exploitation (par ex. l'emploi d'un bon système d'énergie) ou qui peuvent aider à obtenir de bonnes performances environnementales (par ex. systèmes de management environnementaux). Les techniques présentées dans cette section concernent la préparation des déchets à utiliser en qualité de combustible.

#### 4.5.1 Amélioration des connaissances sur les combustibles issus de déchets

##### Description

Cette technique est rattachée à celle décrite en Section 4.1.1.1 relative à la caractérisation de la composition des déchets et au Système de gestion de la qualité (QMS). Le mélange et l'assemblage (voir Section 4.1.5) jouent également un rôle important à cet égard. L'assurance qualité de la préparation des déchets à utiliser en qualité de combustible part du besoin de satisfaire les spécifications énoncées par l'installation réceptrice. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. remettre un rapport au client couvrant les principales propriétés physiques et chimiques du combustible issu de déchets, notamment :
  - origine et numéro EWL
  - valeur calorifique nette
  - teneur en cendres
  - teneur en eau
  - teneur en matières volatiles
  - teneur en biomasse
  - composition chimique (notamment C, H, O, N, S, P, Cl, F, Al, K, Na, métaux lourds).
- b. limiter la quantité de paramètres pertinents pour tout déchet qui doit être utilisé en qualité de combustible dans toute installation de co-incinération (par ex. chrome (VI), chrome total, plomb, cadmium, mercure, thallium, PCB, soufre et teneur totale en halogènes à utiliser dans les fours à ciment).

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Transmet des connaissances à l'utilisateur du combustible sur les éventuelles émissions et tout problème opérationnel que peut éventuellement générer la matière en qualité de combustible. L'utilisateur de combustibles issus de déchets doit fournir des spécifications suffisantes sur les combustibles issus de déchets à utiliser afin de réduire l'impact possible sur les émissions, la qualité des résidus générés par l'utilisateur de combustibles issus de déchets, le comportement en matière de corrosion et la qualité des produits.

##### Données opérationnelles

Si besoin, travaux de laboratoire (analyses).

##### Applicabilité

L'assemblage réel des solvants usagés est notamment défini par de bonnes connaissances des éléments constitutifs, en vue de satisfaire les valeurs calorifiques et les limites en matière de contaminants, par exemple, en chlore et en métaux lourds.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

CEN/TC 343 « Combustibles solides de récupération » et WG 2 « Spécifications et classes ». L'utilisation de combustibles issus de déchets et le déplacement des polluants dans les résidus ou produits est un problème qui revêt de plus en plus d'importance. L'utilisation de certains combustibles issus de déchets doit donc être limitée en fonction du traitement ultérieur. De nouvelles discussions ou réglementations fixant la teneur en chrome (VI) du ciment à 2 ppm maximum pour des raisons de santé et sécurité peuvent limiter l'utilisation de certains déchets contenant du chrome. Certaines directives (par ex. North Rhine Westphalia en Allemagne) sont également disponibles.

**Références bibliographiques**

[14, Ministry for the Environment, 2000], [55, UK EA, 2001], [74, ENDS, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

**4.5.2 Préparation de différents types de combustibles issus de déchets****Description**

L'élaboration de différents types de combustibles issus de déchets doit envisager les caractéristiques techniques du procédé de combustion qui va les utiliser (par ex. cimenterie, usine de chaux, centrale électrique (houille maigre, lignite), combustion de combustibles spécialisés issus de déchets). Ces procédés de combustion ont différentes caractéristiques techniques.

L'ampleur de l'opération de traitement des déchets dépend de l'application des combustibles issus de déchets. Exemples :

- le type de déchet utilisé pour préparer les combustibles issus de déchets
- les techniques utilisées pour le stockage des combustibles issus de déchets
- le type d'alimentation du four (matière en vrac, alimentation par soufflage)
- le mélange de combustibles utilisé dans le procédé de combustion
- le type de procédé de combustion, combustion en couche avec diamètre <150 mm ou pyrolyse avec diamètre <150 mm avec tolérance élevée pour les métaux et les particules lourdes
- type d'alimentation du combustible issu de déchets : alimentation par soufflage d'un haut fourneau avec d <20 mm (four à ciment, centrale électrique à lignite) uniquement pour les parties ayant une vitesse inférieure à 2 ou 3 m/s
- tolérance pour certains composants : par ex. la teneur en chlore <0,3 % dépend également du mélange de combustible (ciment) contre 5 %, par exemple, dans certains combustibles issus de déchets.

Les types de combustibles issus de déchets solides qui peuvent être préparés à partir de déchets non dangereux entrent en règle générale dans l'une des catégories suivantes :

- issus de déchets solides municipaux (principalement déchets ménagers)
- issus d'un mélange de déchets ménagers en vrac commerciaux et d'autres déchets
- issus d'un monoflux ou d'une sélection homogène de flux de déchets
- issus de gâteaux de filtration, de boues d'épuration et autres déchets humides.

Le traitement utilisé a une influence sur les caractéristiques physico-chimiques des combustibles issus de déchets préparés. Ainsi, la dilacération peut être mise en œuvre jusqu'à l'obtention de la bonne granulométrie des combustibles issus de déchets solides. Un autre exemple est celui du nettoyage qui peut séparer les ordures ménagères et les impuretés étrangères par traitement mécanique et dilacération. Il est donc possible d'avoir un rendement de combustible de 100 à x % de qualité combustible en raison d'une augmentation de la teneur en eau et en cendres.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Fournir à l'utilisateur un combustible issu de déchets présentant les propriétés physico-chimiques nécessaires.

### **Données opérationnelles**

La technologie utilisée pour préparer certains combustibles issus de déchets dépend des caractéristiques de la matière en entrée et des exigences des utilisateurs et n'est pas couverte par la présente section. Ainsi, l'étendue du procédé mécanique et biologique dépend de l'origine des déchets. Un type de déchet d'origines différentes pourra avoir des compositions/qualités différentes. Ainsi, le papier/carton 03 03 08, la production de papier 15 01 01, la matière d'emballage 19 12 01, le traitement mécanique 19 12 12, le traitement mécanique (y compris mélanges) 20 01 01 et les déchets municipaux ont tous des compositions différentes. Un autre exemple peut être celui des couches, a) en qualité de résidu de production b) en tant que fraction hautement calorifique, issue des déchets solides municipaux (environ 15 à 20 % du poids des couches jetables).

Il convient de prendre en compte l'influence de la collecte des déchets (et dans le cas de déchets de consommation, les habitudes régionales ou nationales) sur les caractéristiques des flux de déchets.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Certaines directives sont également disponibles (par ex. North Rhine Westphalia en Allemagne).

### **Références bibliographiques**

[150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

## **4.5.3 Techniques pour l'élaboration de combustible issu de déchets solides**

Cette section contient les techniques appliquées à l'élaboration de combustibles issus de déchets solides à partir de déchets dangereux et non dangereux. Les sections consacrées à l'applicabilité de ces techniques donnent d'autres orientations quant à leur application. Toutefois, les techniques répertoriées dans les Sections 4.5.3.1 à 4.5.3.5 concernent tout type de déchets. Les techniques abordées en Sections 4.5.3.6 à 4.5.3.12 sont principalement réservées aux déchets non dangereux. Une seule technique consacrée spécifiquement aux déchets dangereux a été incluse, elle se trouve en Section 4.5.3.13.

### **4.5.3.1 Sélection des techniques utilisées pour la préparation du combustible issu de déchets solides**

#### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes:

- a. classification des déchets solides (par ex. les déchets ménagers) et broyage des déchets de la fraction encombrante avant l'opération de tri
- b. utilisation d'un séparateur magnétique
- c. mise en œuvre des opérations de mélange et de criblage dans des espaces fermés
- d. utilisation de dispositifs avec mélange d'azote pour rendre l'atmosphère inerte lorsqu'il y a risque d'explosion.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les opérations de classification et de broyage sont essentielles pour obtenir des résultats de tri satisfaisants et pour faciliter le traitement thermique ultérieur. D'autres motifs sont que ces techniques peuvent également empêcher les émissions fugitives indirectes de poussières et de COV.

### Données opérationnelles

La réduction de la dimension implique beaucoup d'énergie avec des coûts élevés mais peut s'avérer inévitable en cas de matériaux encombrants.

### Applicabilité

Déchets dangereux et déchets non dangereux. La technique « a » de la section description ci-dessus n'est pas adaptée à la production de combustibles issus de déchets à partir de déchets dangereux. Cette technique peut s'avérer avantageuse mais il existe d'autres stratégies qui fonctionnent également. La technique « d » est appliquée aux déchets dangereux avec risques d'explosion.

Certains déchets spéciaux issus de l'élaboration de déchets non dangereux peuvent se passer de certaines techniques spéciales mentionnées ci-dessus. C'est le cas d'installations qui produisent des combustibles issus de déchets à partir de flux séparés par la source, par ex. les déchets issus du traitement des vieux papiers. Toutefois, cette exception dépend de l'expérience que l'opérateur de traitement des déchets a avec le déchet spécifique. L'opérateur de traitement de déchets doit donc bien connaître le ou les clients, la composition des déchets traités et la manière dont le client les collecte. C'est la seule manière d'éviter des éléments qui sinon causeraient des problèmes dans l'installation de traitement des déchets ou dans la qualité des combustibles issus de déchets.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

La technique « d » de la section description ci-dessus est, en règle générale, réglementée par la législation qui vise à prévenir les accidents.

### Installations type

La sécurité du dispositif de mélange peut être assurée en ajoutant de l'azote pour inerte les déchets. La réduction résultante de la teneur en oxygène (conditions de travail entre 6 à 8 % d'oxygène) permet de rendre l'atmosphère inerte en ajoutant de l'azote. Une telle technique permet, par exemple, de mélanger des déchets ayant un point d'éclair inférieur à 0 °C.

### Références bibliographiques

Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

## 4.5.3.2 Séchage du combustible issu de déchets solides

### Description

En fonction de la teneur en eau et des caractéristiques physiques des déchets, on peut appliquer une première étape d'assèchement. Elle peut consister dans l'une des opérations suivantes : épaisissage par gravité, épaisissage par centrifugation, par flottation, par bande à gravité et à tambour rotatif. Certaines techniques comportent les opérations suivantes:

- a. utilisation du séchage thermique pour la matière. Dans les sècheurs par convection (directe or adiabatique) il y a un contact direct entre le fluide de chauffage et le produit à sécher. L'humidité issue du combustible est éliminée par le milieu chauffant. Dans les sècheurs par convection, il n'y a pas de contact direct entre le fluide de chauffage et le produit. Le transfert thermique se fait à travers des surfaces de chauffage. L'humidité est éliminée par le gaz vecteur qui correspond à environ 10 % de la quantité utilisée dans les procédés par convection. Les sècheurs par conduction pourront donc être préférés dans le cas de déchets poussiéreux ou odorants
- b. utilisation d'un système de séchage/dégradation biologique. En fonction du procédé utilisé, la dégradation est plus ou moins distincte ; parfois l'accent porte sur le séchage. En fonction du système appliqué, une eau de procédé apparaissant au cours de la dégradation biologique devra être nettoyée avant d'être rejetée dans les cours d'eau. Pour maintenir l'activité biologique, de l'air est envoyé dans le système. L'air d'échappement est collecté et doit également être nettoyé.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Augmente la valeur de chauffage des déchets solides et, dans certains cas, donne des résultats de tri satisfaisants.

### **Effets multimiliieux**

Dans le cas du séchage thermique, de la chaleur est nécessaire. Une étude montre que dans le cas du séchage de boues d'épuration, la récupération d'énergie est supérieure à la récupération obtenue avec le séchage thermique. Ceci s'explique par le fait que l'énergie nécessaire pour le séchage biologique (assuré par la matière organique présente dans les boues d'épuration) est supérieure et que la valeur calorifique des combustibles issus de déchets tend à être inférieure.

### **Applicabilité**

Les sècheurs radiants ne sont pas appliqués pour le séchage des déchets solides. Ils sont applicables à l'assèchement et au séchage des boues.

Le séchage biologique convient mieux aux déchets non dangereux.

### **Références bibliographiques**

[64, EIPPCB, 2003], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

### **4.5.3.3 Séparation magnétique des métaux ferreux**

#### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. installation d'un séparateur magnétique sur ruban dans le sens de la longueur sur les courroies du convoyeur juste au-dessus de la trajectoire de la matière
- b. tri secondaire de la matière avec un séparateur à tambour magnétique ou avec une poulie magnétique car de petites particules ferreuses peuvent rester sous une couche non-magnétique
- c. augmentation de la vitesse du convoyeur à bande pour atteindre un niveau bas de la matière
- d. utilisation d'une conception d'alimentation par le haut pour le séparateur à tambour magnétique.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les séparateurs magnétiques peuvent être utilisés pour extraire le fer et l'acier en qualité de ressources, par ex. pour extraire les canettes en fer blanc des emballages légers. Ceci peut également être utilisé pour assurer un service essentiel : retirer tous les métaux ferreux des déchets, évitant par là même les perturbations de fonctionnement en aval et améliorant la qualité des produits. Les séparateurs magnétiques peuvent, par exemple, être utilisés dans les procédés de recyclage des câbles pour retirer les métaux, pour protéger les couteaux des fraises rotatives contre l'émoussement ou le croquage par cisaillement et pour le nettoyage ultérieur de produits à base de cuivre.

On préfère une installation alignée (sens de la longueur) avec la bande car elle permet de mieux séparer les matières éparses hors de la trajectoire. Si l'aimant est aligné transversalement à la matière, (c'est-à-dire, suspendu en travers de la bande du convoyeur), la puissance de l'aimant doit être plusieurs fois supérieure à celle d'un alignement dans le sens de la longueur car certains objets non magnétiques peuvent se trouver au-dessus des éléments ferreux, que l'aimant a alors à traverser.

En triant les ordures ménagères (déchets solides municipaux) ayant un certain contenu de plastiques d'une surface importante, le séparateur magnétique sur rubans extraîra inévitablement ces matières plastique avec les éléments ferreux. Pour réduire ce rejet, il est recommandé d'augmenter la vitesse du ruban. En général, le séparateur magnétique sur ruban donne de très bons résultats, jusqu'à 98 m/m % de rendement en fer.

L'avantage avec l'alimentation par le haut des séparateurs à tambour magnétique est que les pièces ferreuses sont placées en contact direct avec le champ magnétique le plus fort et, en conséquence, les éléments à grain fin et légèrement magnétisables peuvent bien être séparés.

### **Données opérationnelles**

Le mode de fonctionnement d'alimentation d'un séparateur à tambour magnétique se fait avec une alimentation par le haut ou par le bas. Dans une disposition avec alimentation par le haut, la matière est chargée sur le tambour juste avant la crête, en utilisant un couloir vibrant. Dans ce cas, seuls les éléments magnétisables sont maintenus sur l'enveloppe du tambour jusqu'à ce qu'ils atteignent la limite du champ magnétique ; à ce point, la matière tombe hors du tambour et est collectée derrière une plaque de séparation non-magnétisable.

Dans une disposition avec alimentation par le dessous, l'enveloppe du tambour attire les métaux ferreux à travers le trou d'air et les laisse tomber d'une manière similaire à un séparateur magnétique sur ruban – mais pas avant de quitter le champ magnétique. Pour une alimentation homogène, l'utilisation de couloirs vibrants est indispensable.

### **Applicabilité**

Utilisés en cas de présence de métaux ferreux dans les déchets. En général, les séparateurs magnétiques ne peuvent pas extraire l'acier inoxydable. En effet, l'acier inoxydable n'est pas ou très peu magnétisable.

Normalement, pour le traitement des déchets, le fonctionnement avec alimentation par le bas ne concerne pas les applications spéciales, par ex. le traitement des déchets de déchiqueteuse. Le pôle d'approche de ce tambour provoque un champ magnétique fort et puissant qui extrait de manière sûre les déchets métalliques compactés et déchiquetés. Le transport des matières ferreuses vers la ligne de chute se fait par des pôles supplémentaires d'une faible puissance. Comme l'abrasion est importante pendant le tri des déchets métalliques, l'enveloppe du tambour est fabriquée avec une plaque de 8 mm d'épaisseur réalisée en acier dur au manganèse.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

L'application de la séparation magnétique dépend du type de déchets traités et des besoins en combustibles issus de déchets. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- emploi de la séparation de métaux ferreux (ou non-ferreux) pour réduire l'abrasion si une dilacération fine avec coupe est nécessaire en fonction des exigences du produit
- séparation ferreuse ou non-ferreuse ou/et une séparation de la fraction fine par criblage utile si la teneur en cendres est limitée
- enrichissement avec un classificateur pneumatique nécessaire si la technologie de combustion ne permet que des particules avec une vitesse de sédimentation réduite dans le combustible issu de déchets solides.

### **Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

## **4.5.3.4 Séparation des métaux non-ferreux**

### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. conditionnement de la granulométrie des éléments non-ferreux des déchets pour qu'ils soient entre 3 et 150 mm avant leur séparation par des séparateurs à courant Foucault



- b. utilisation d'un champ magnétique à haute fréquence afin d'améliorer la séparation des métaux non-ferreux à grain fin
- c. positionnement du système de pôle magnétique de manière excentrique
- d. utilisation de couloirs vibrants pour obtenir une couche à grains fins afin d'avoir de bons résultats de tri
- e. séparation des particules ferreuses à grain fin avec un tambour magnétique dans une disposition avec alimentation par le haut avant d'envoyer le courant de Foucault.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les séparateurs à courant de Foucault peuvent trier les particules non-ferreuses dont le grain est situé entre 3 et 150 mm. Ainsi, un pré-tri peut être avantageux pour augmenter la séparation des métaux non-ferreux des déchets.

Le système à pôle magnétique est positionné de manière excentrique ou centrique. Les systèmes à pôle central peuvent avoir des problèmes avec les petites particules de fer qui peuvent se faufiler entre la bande du convoyeur et l'enveloppe du tambour. Ces particules sont attirées sur la totalité du périmètre du tambour, chauffent et peuvent endommager le tambour en plastique. Par ailleurs, la position du système à pôle magnétique dans des système excentriques est variable, de sorte que le champ le plus puissant peut être dirigé vers la zone de rejet.

### **Données opérationnelles**

Il est difficile de séparer les composants en longueur des composants plats tels que le papier d'aluminium et les fils de cuivre en raison de la faiblesse du courant de Foucault de ces matériaux.

### **Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

## **4.5.3.5 Séparateurs pour tous métaux**

### **Description**

Dans la préparation des combustibles issus de déchets solides, les séparateurs tous métaux sont principalement appliqués au traitement des plastiques. On peut obtenir des débits élevés si la matière est diversifiée avec la reconnaissance automatique. Normalement, les séparateurs tous métaux fonctionnent avec une bobine de détection qui est placée transversalement à la direction du transport et découpée en segments simples. Si une particule métallique pénètre le champ magnétique alternatif à fréquence élevée de la bobine, il influence le champ. Ce changement est collecté par un microprocesseur à commande électronique qui peut identifier le segment de bobine à proximité de la particule métallique. Cette particule est séparée par un ou plusieurs jets d'air situés à proximité des bobines de détection. Les métaux sont séparés par une plaque de séparation.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Améliore la séparation du métal des déchets.

### **Applicabilité**

Les bobines de détection peuvent détecter des particules métalliques d'environ 1 mm et plus. La forme et la masse ne sont pas importantes pour le processus de séparation.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Les séparateurs tous métaux sont appliqués pour la séparation automatique des métaux ferreux et non-ferreux. Ces agrégats sont appliqués si la teneur en métaux de la matière en apport est faible, lorsque les autres opérations de séparation des métaux ne fonctionnent pas de manière suffisamment efficace en raison des demandes très élevées pour la qualité des produits ou lorsque les agrégats en aval doivent être protégés, par ex. fraises rotatives.



**Installations type**

Appliqués dans le traitement des plastiques.

**Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003]

**4.5.3.6 Tri positif et négatif****Description**

Il existe deux différentes stratégies de traitement, à savoir le tri positif et le tri négatif :

- a. le tri positif implique que seuls les matériaux désirés ayant des valeurs calorifiques élevées et une faible teneur en substances nocives sont extraits du flux de matière. Cette stratégie se traduit par une quantité plus importante de matériaux de décharge et fréquemment par une qualité supérieure du combustible issu de déchets solides.
- b. les stratégies de tri négatif ne séparent que les matériaux qui ne sont pas désirés dans le produit (par ex. s'il est nécessaire de réduire la teneur en chlore de la vapeur résiduelle parce qu'elle peut provoquer des problèmes lorsque le flux de déchets est incinéré ou co-incinéré, une possibilité peut être de réduire la teneur en plastique PVC du flux de déchets). Cette stratégie permet de réduire la quantité de matière mise en décharge car les autres matériaux susceptibles de contenir une quantité supérieure de substances nocives terminent dans le produit.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Améliore la qualité des déchets séparés ou évite les problèmes du traitement ultérieur de certains flux de déchets.

**Effets multimiliex**

Certains contaminants ne peuvent pas être triés car ils sont retenus ou cachés dans le matériau et les dispositifs de scannage ne peuvent pas les reconnaître.

**Applicabilité**

Appliqués dans la production de combustible issu de déchets solides à partir d'ordures ménagères. Le choix entre le tri positif et le tri négatif dépend de la qualité voulue. S'il est nécessaire d'avoir un flux de matière de qualité supérieure, le tri négatif est conseillé et le revenu dégagé par le produit est supérieur à celui du tri positif mais la quantité de produit obtenue sera inférieure.

**Aspects économiques**

Il n'est pas possible de faire une déclaration générale relative aux aspects économiques du tri positif ou négatif.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Les quantités de matériaux mis en décharge peuvent être très variables en fonction de l'ampleur du traitement et de la qualité désirée du combustible issu de déchets solides.

**Installations type**

Certaines stratégies de déchets se contentent de séparer la matière inerte et la fraction métallique ainsi que de réduire la teneur en matière organique et en eau. Le reste termine dans le produit, ce qui par conséquent, réduit automatiquement la quantité de matière qui est mise en décharge.

**Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.5.3.7 Utilisation de l'assistance pneumatique pour la réduction de la dimension

##### Description

Recours à l'assistance pneumatique pour le traitement des matières rejetées de la dilacération (réduction de taille).

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- réduction du contenu non désiré de matière à grain extrêmement fin dans le produit final
- refroidissement des rotors, y compris les cisailles et le logement
- réduction de la demande en énergie
- transport de matériau assisté.

##### Applicabilité

Appliqué dans les activités de réduction de dimensions.

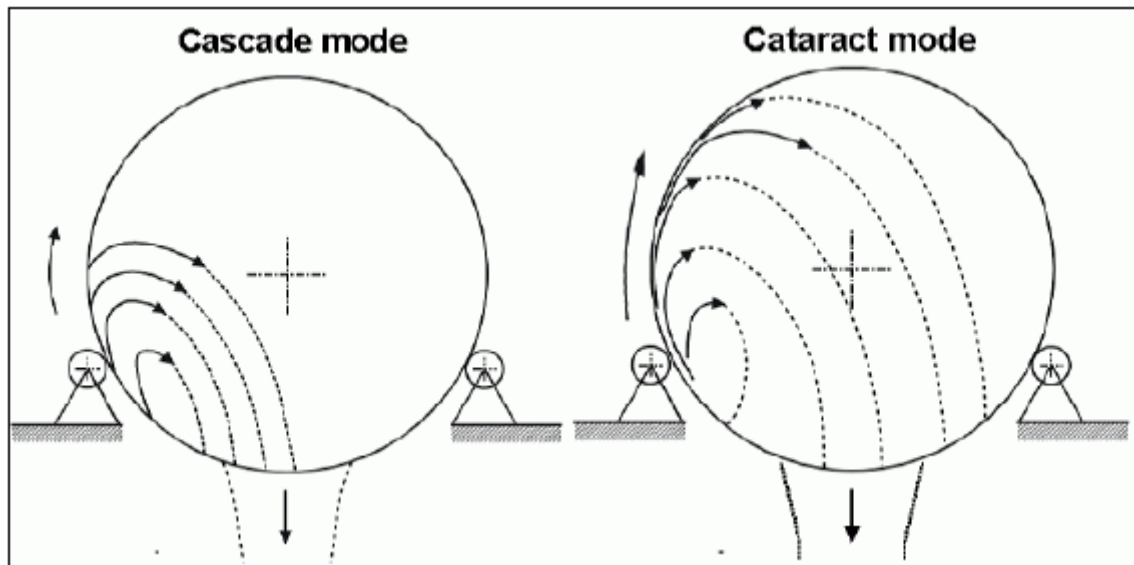
##### Références bibliographiques

[126, Pretz et al., 2003]

#### 4.5.3.8 Tamis à tambour tournant

##### Description

Les modes de fonctionnement varient en fonction de la vitesse du tambour : cascade ou cataracte. La Figure 4.9 représente ces différents modes



Mode cascade    Mode cataracte

##### Figure 49 : Tamis à tambour tournant

[126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

Le tamis à tambour tournant donne les meilleurs résultats à une vitesse de rotation de 70 % de la vitesse critique en mode cataracte. L'inconvénient du mode cascade est que le tamis crée des grumeaux et que les éléments fins ne sont pas bien libérés.

Pour augmenter l'efficacité, des releveurs sont fixés à l'intérieur du tamis pour extraire les matières et les faire remonter de sorte que la matière retombe sur une zone libre. Les matières avec une forte teneur en particules grossières (environ 100 à 250 mm) causent fréquemment des problèmes de blocage du tamis avec une diminution de l'efficacité et une forte teneur en particules fines dans le refus du crible.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Améliore le ratio de séparation. -Avantages : il n'est pas nécessaire de prévoir des vibrations, possibilité d'homogénéisation et de nettoyer les surfaces où se fixent les particules de faible granulométrie qui contiennent fréquemment une forte teneur en substances avec des métaux lourds.

Des manchons, qui peuvent être soudés, ont montré leur efficacité pour protéger les tamis contre le blocage.

#### **Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

### **4.5.3.9 Amélioration des filtres à poussière dans les cyclones des classificateurs-trieurs pneumatiques**

#### **Description**

Ré-utilisation de l'air qui a été utilisé pour les classificateurs-trieurs pneumatiques et le soufflage. Environ 30 % de l'air du débit circulaire est rejeté sur le côté pression du ventilateur et nettoyé par un filtre à poussières.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Cette opération offre les avantages suivants :

- il est possible de réduire la taille du filtre de séparation de la poussière car le volume d'air à nettoyer fait moins du 1/3 du volume du fonctionnement classique
- aucun air chargé de poussière n'est rejeté dans les échappatoires du convoyeur d'alimentation ou dans le rejet lourd
- l'air circulant ne concentre pas de particules de poussière ou d'humidité
- des vannes papillons permettent de régler avec précision la vitesse de l'air au niveau de la zone de séparation.

#### **Données opérationnelles**

La quantité d'air consommé par les classificateurs pneumatique dépend de la géométrie de la gaine de classification.

#### **Applicabilité**

Tous les classificateurs pneumatiques disponibles ne peuvent pas être appliqués aux applications des procédés de recyclage. Dans la plupart des cas, ils doivent être conçus de manière spécifique pour traiter les particules importantes.

La vitesse de l'air pour les papiers secs, les plastiques à parois minces et les pellicules de plastique, par exemple est d'environ. 11 à 12 m/s. La récupération minimale des matériaux légers fortement

caloriques est d'environ 70 %. Le débit des classificateurs pneumatiques est limité par la charge spécifique, avec une capacité maximale de 0,35 kg de matières solides/(m<sup>3</sup>air • h).

### Références bibliographiques

[126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.5.3.10 Spectroscopie proche des infrarouges

##### Description

Les matières qui doivent être séparées sont fréquemment alimentées sur un transporteur à bande. En général, le transporteur fonctionne à des vitesses rapides de sorte que son fonctionnement ressemble quasiment à celui d'un dispositif d'isolation. Des lampes halogènes et le détecteur sont installés au-dessus du transporteur à bande. Le détecteur se compose d'un capteur de spectroscopie proche des infrarouges (NIR) qui scanne toute la largeur du transporteur à bande et transmet les spectres caractéristiques des différents matériaux à un processeur de données. Les signaux sont comparés à une base de données. L'analyse examine le calcul de la position actuelle sur le transporteur à bande et les résultats des mesures en une fraction de seconde seulement. Le tri est ensuite assuré par une réglette de jets d'air à l'avant de l'extrémité rejet. Le releveur à jet d'air est équipé de plusieurs jets d'air isolés à une distance d'environ 30 mm les uns des autres. Chaque jet d'air est alimenté par un réservoir sous pression et est piloté par des vannes magnétiques. Le processeur de données transmet un signal si la détection d'une particule est positive et le jet d'air la chasse. Ici, un ou plusieurs jets d'air peuvent être activés. La particule est chassée par l'à-coup de pression ; elle est ensuite séparée du flux de matière par une plaque de séparation.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

L'application est la séparation sélective des packs de boisson, des papiers, du carton, des matières plastiques mélangées telles que le polyéthylène (PE), le polypropylène (PP), le polystyrène (PS), le téréphthalate de polyéthylène (PET) et le chlorure de polyvinyle (PVC). La récupération concrète d'éléments potentiellement recyclables dépend de la qualité des déchets, même si l'on peut atteindre une séparation de l'ordre de 80 à 90 %. Le produit peut atteindre une qualité de 90 à 97 %. L'application réduit également la teneur en métaux lourds (par ex. Sb, Cd, Pb) et le Cl du flux de déchets car il est possible de séparer les déchets spécifiques contenant ces composants.

##### Effets multimiliex

L'application de cette technique génère un flux de déchets à traiter ayant une teneur en chlore et en métaux plus importante.

##### Données opérationnelles

Il est impossible de séparer des matériaux brun sombre et noirs car la lumière du proche infraouge est quasiment totalement absorbée ; aucune irradiation n'est donc réfléchi vers le capteur.

##### Applicabilité

Les dispositifs à reconnaissance automatique peuvent trier des particules situées entre 30 et 300 mm. La largeur de fonctionnement des transporteurs à bande varie entre 500 et 1400 mm. Les emballages légers pré-classés avec des dimensions de particules entre 50 et 200 mm on un débit de 1 à 6 t/h.

Cette technique permet de réduire la présence de certains composants dans les combustibles issus de déchets afin d'obtenir la qualité nécessaire pour ces derniers.

##### Agent moteur pour la mise en œuvre

Réduction de la teneur en métaux lourds et en chlore du combustible issu de déchets solides. Certaines normes sont actuellement préparées par CEN TC 343 WG 2. Le chlore est l'un des paramètres utilisé pour définir les classes de combustible récupérées. La teneur en chlore qui fait l'objet des discussions actuelles se situe autour de 3 %, ce qui signifie que les plastiques contenant du chlore organique, c'est-à-dire essentiellement du PVC, sont acceptés dans une proportion limitée.

**Installations type**

Il existe plusieurs exemples en Allemagne d'utilisation du NIR pour la production de combustibles issus de déchets solides.

**Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003], [150, TWG, 2004]

**4.5.3.11 Arrachage automatique****Description**

Le matériau passe sur un couloir vibrant qui alimente une bande transporteuse. Un détecteur de métaux se situe en dessous de la bande transporteuse, qui envoie les données spécifiques de chaque particule à un ordinateur. Par ailleurs, une caméra couleur située au-dessus de la bande transporteuse traite les informations sur les particules envoyées à l'ordinateur. Les deux lignes d'informations sont analysées par un logiciel spécial, avant que l'ordinateur ne transmette les impulsions, indiquant aux buses de chasser par soufflage la particule ou de la laisser passer (tri positif ou négatif). Les produits acceptés et rejetés sont ensuite transportés par des bandes isolées pour un traitement ultérieur ou pour être stockées.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Augmente le rendement de classification des différents matériaux des déchets.

**Applicabilité**

Avec une bande d'une largeur de 1 200 mm et en fonction de la matière introduite, il est possible de gérer des débits de 2 à 8 t/h, avec une dimension de grain de 3 à 250 mm.

**Installations type**

Le tri automatique est de plus en plus reconnu dans le secteur de traitement des déchets, particulièrement si un produit avec certaines spécifications est nécessaire.

**Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003]

**4.5.3.12 Pelletisation et agglomération****Description**

Les agglomérateurs à disque se composent d'un logement métallique avec à l'intérieur un ou plusieurs disques. L'intérieur du réacteur est rempli de manière discontinue. Les disques, qui ont des superstructures pour mieux agiter la matière, commencent à tourner en convertissant l'énergie de friction en chaleur frictionnelle. La matière est homogénéisée par agitation, puis commence à fondre avec l'augmentation de la chaleur frictionnelle. Au moment où le matériau commence à se plastifier, la consommation d'énergie augmente et peut donner le signal de vider le réacteur. La matière doit être refroidie après ce procédé.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Augmente la densité des produits.

### **Effets multimiliieux**

Comme la fonte doit être complète, la consommation d'énergie de ce procédé est nettement supérieure à celle nécessaire pour la pelletisation.

### **Données opérationnelles**

En fonction de l'équipement de rejet, la matière peut ou non être pelletisée.

### **Applicabilité**

Comme ce système s'appuie sur la fonte de certains composants de déchets, il ne peut être appliqué que lorsque ces composants sont disponibles (par ex. plastiques).

### **Références bibliographiques**

[126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

## **4.5.3.13 Cryobroyage**

### **Description**

Le cryobroyage est un traitement de réduction de dimension et de criblage d'emballages vides et pleins refroidis en profondeur sous atmosphère inerte. L'objectif est de séparer l'emballage usagé de la peinture, de l'encre et des substances similaires en fractions, par ex. à utiliser en qualité de combustible et plastiques secondaires mais en réduisant les émissions de COV et de composés volatils grâce aux faibles températures utilisées.

La première opération consiste à séparer la fraction liquide de la fraction solide. La fraction solide est ensuite traitée par broyage, criblage et séparation des métaux à des températures de - 100 °C à - 196 °C (en règle générale avec de l'azote typique). A ces températures, les matériaux deviennent friables et il est facile de les séparer en utilisant des outils classiques.

Avec le traitement cryogénique des emballages usagés de peinture et matériaux similaires, les étapes suivantes sont incluses:

- a. dilacération dans un déchiqueteur et ajout d'azote pour inertage de l'atmosphère. La fraction liquide (par ex. boue de peinture) est séparée par criblage.
- b. traitement cryogénique (refroidissement en profondeur) avec de l'azote liquide (-196 °C). Ce traitement permet de durcir la matière et, en raison des différents coefficients de dilatation des composants, le lien se relâche.
- c. séparation de l'emballage (par ex. métal et plastique) et du contenu (par ex. boue de peinture) à l'aide d'un broyeur à marteaux et d'un tamis vibrant
- d. collecte de la fraction métal par séparation ferromagnétique en vue d'un réemploi
- e. ajout de sciure à la boue en qualité d'adsorbent pour la solidifier. La fraction plastique et la boue sont envoyées pour recyclage à titre de combustible.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

L'atmosphère inerte utilisée durant le procédé de broyage permet de réduire les risques d'explosion. La fraction boue est préparée pour être utilisée en qualité de combustible. La récupération d'énergie est supérieure à celle obtenue avec l'incinération directe de ce type de déchets, car les métaux sont éliminés avant l'incinération. La séparation des autres matériaux, par ex. des métaux et des plastiques, permet leur utilisation.

### Effets multimiliieux

Il faut de l'électricité pour le procédé cryogénique et pour la production d'azote. Il est possible de générer des émissions dans l'air, par ex. COV et hydrocarbures volatils. Pour réduire les émissions de COV dans l'air, les fumées sont collectées et nettoyées à l'aide d'un filtre à charbon actif. Les hydrocarbures volatils sont nettoyés des gaz d'échappement à l'aide d'un filtre à charbon actif. On estime que les émissions résiduelles sont de l'ordre de 0,06 kg/t de déchets d'emballage usagés.

### Données opérationnelles

Me produit final de l'opération consiste en déchets organiques sous forme de poudre, de métaux, de métaux non-ferreux et de plastiques. Avec le procédé cryogénique, la consommation d'électricité est d'environ 31 kWh/t de déchets d'emballage. La consommation d'azote est d'environ 0,67 t/t de déchets d'emballage usagés. On utilise de la sciure comme adsorbent pour les boues. La quantité consommée se situe aux environs de 170 kg/t de déchets d'emballage usagés. La sciure utilisée est un déchet, ceci implique donc une économie de matières primaires.

### Applicabilité

Exemples : préparation de combustible issu de déchets solides à partir d'emballages usagés de peinture et de substances similaires. Cet équipement est fréquemment employé pour traiter les emballages en métal et en plastique, remplis de peinture, d'encre, de boues d'huile, de vernis, de colle, de résine, etc. et de déchets à base de caoutchouc (par ex. pneus). Les emballages d'autres déchets dangereux, par ex. les pesticides, les produits chimiques halogénés et de laboratoire ne peuvent pas être traités avec ce procédé en raison du risque de diffusion des substances toxiques.

### Installations type

On a un exemple d'installation d'une capacité de 17 500 tonnes par an aux Pays-Bas

### Références bibliographiques

[122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004], [156, VROM, 2004]

#### 4.5.4 Techniques pour la préparation de combustibles liquides issus de déchets

##### 4.5.4.1 Techniques génériques pour la préparation des combustibles liquides issus de déchets

### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- utilisation d'échangeurs de chaleur à l'extérieur de la cuve. Là, la vapeur d'eau est évacuée et la charge de départ en huile peut être chauffée à 90 °C, ce qui sert à séparer la majorité de l'eau en suspension (à l'opposition de l'eau dissoute). Ceci intervient à la suite de la réduction de la viscosité de la phase huile (induite par l'augmentation de température), en utilisant la séparation par gravité pour obtenir le résultat désiré car l'eau tombe dans le fond du réservoir
- utilisation de l'adsorption au carbone ou de la condensation pour éviter les émissions de COV. Dans le cas de la condensation, la fraction organique collectée peut être utilisée en tant qu'alimentation de chaudière
- élimination d'une forte teneur en solides des déchets liquides à utiliser en qualité de combustible. Pour cela, en règle générale, on fait passer l'huile chaude venant des cuves de chauffage sur des filtres ouverts pour retirer les solides. Ces derniers sont situés dans des cours ouvertes ou dans des bâtiments. Des COV sont émis lorsque de l'huile chaude traverse les filtres pour retirer les solides. Les filtres utilisés sont en général de type à mailles métalliques vibrantes plus communément utilisées avec des agrégats minéraux. La vapeur de filtration doit pouvoir être extraite à partir de hottes sur des filtres ouverts. Des centrifugeuses peuvent également être utilisées afin de séparer tous solides de l'huile avec un minimum d'émissions



- d. élimination de l'huile des effluents liquides avant le rejet vers les égouts ou d'autres eaux, en général par des séparateurs d'huile/eau, des séparateurs à plaque basculante et/ou des techniques de filtration puis en utilisant l'huile en qualité de combustible
- e. contrôle qu'avec un intercepteur d'huile multi-chambre, chaque chambre de l'intercepteur d'huile est suffisamment importante pour assurer une rétention de six minutes aux débits prévisibles maximaux
- f. utilisation d'un agitateur vertical sans aucun support à l'intérieur du réservoir.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Nettoie et réduit les émissions du traitement des déchets liquides. Il est essentiel pour la commercialisation des combustibles liquides issus de déchets d'éliminer toute teneur importante en solides que l'huile chaude retient.

### **Effets multimilieus**

Les émissions de COV peuvent être significatives lorsque l'huile est prélevée d'un réservoir procédé dans des canaux ouvertes ainsi que lorsque l'huile chaude passe sur un séparateur à plateau basculant.

### **Données opérationnelles**

L'adsorption au carbone peut être affectée par la présence de vapeur d'eau. L'action d'élimination des solides est agressive et les filtres doivent être robustes pour résister aux solides et à l'huile chaude. Les séparateurs d'huile ne peuvent pas séparer les substances miscibles à l'eau.

Avec les séparateurs à plateau basculant (technique « d » notée dans la section description ci-dessus) le temps de rétention nécessaire est nettement moindre. Le dimensionnement des séparateurs huile/eau est établi en fonction de leur conception, des débits prévisibles maximum et des valeurs d'émission nécessaires.

### **Applicabilité**

Applicable au retraitement de l'huile: L'objectif primaire est de produire une huile combustible à partir d'huiles usagées. Deux technologies de mélange sont appropriées pour homogénéiser le combustible liquide :

- un mélangeur marin long installé sur le toit du réservoir
- un système de pompage qui mélange le haut et le bas du réservoir par circulation en boucle.

Les opérations de séchage et de chauffage doivent tenir compte des émissions et des risques d'inflammabilité.

### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [122, TWG, 2003], [152, Pretz et al., 2004]

## **4.5.4.2 Craquage thermique des huiles usagées**

### **Description**

Voir Section 2.5.2.4.4.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

L'utilisation du craquage thermique dans une raffinerie réduit les émissions de CO<sub>2</sub> car il réduit l'admission de brut en raffinerie.

### **Aspects économiques**

Le craquage thermique implique des investissements importants : les dépenses d'infrastructures et les frais d'exploitation fixes représentent environ 80 % du coût global (hors achat des huiles usagées). Une installation de craquage thermique coûte de l'ordre de un tiers à la moitié du montant d'une installation de régénération de taille similaire (même si cette comparaison n'est pas forcément pertinente car les extrants produits sont différents). Les experts reconnaissent que le craquage thermique avec des dépenses d'infrastructure inférieures permet d'avoir des installations rentables avec une dimension d'installation de 30 kt/an. Aucune subvention n'est nécessaire.

Paramètre	Capacité A	Capacité B	Capacité C	Unités
Capacité	40	50	80	kt/an
Dépenses d'infrastructures	11	13	20	Millions d'€
Coût spécifique	135	123	112	€/tonne d'huiles usagées
Coût du capital investi <sup>(1)</sup>	50	46	44	
Revenu	144	144	144	€/tonne d'huiles usagées
Redevance de mise en décharge des huiles usagées	-10	-21	-32	
<sup>(1)</sup> sur la base d'un taux de retour sur investissement ajusté pour risques de 15 % (coûts compris).				

**Tableau 4.43 : Coûts et redevance de mise en décharge des huiles usagées pour trois capacités différentes d'installations élémentaires de craquage thermique [7, Monier et Labouze, 2001], [150, TWG, 2004]**

Le coût de l'investissement pour l'utilisation des huiles usagées en qualité de combustible dans des retraits importants est de 12 millions de dollars US (1995) pour un traitement de 54 kt/an (hypothèses : stockage : 15 jours et fonds de roulement : 15 jours. Le coût d'investissement pour Texaco Trailblazer qui produit des huiles diesel marines est de 11 millions de dollars US (1994) pour un traitement de 54 kt/an (même hypothèses que ci-dessus). D'autres informations montrent que la valeur approximative des huiles usagées lorsqu'elles sont utilisées dans des retraits importants (la valeur aux portes de l'installation (1994) en supposant un taux de rendement interne de 15 % après impôts et avec un fonds de roulement de 15 jours) sans collecte est de 47 dollars US/t et -63 y compris les frais de collecte (le coût de collecte moyen étant évalué à 110 dollars US/t en Europe).

#### Références bibliographiques

[5, Concawe, 1996], [6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [7, Monier et Labouze, 2001]

#### 4.5.4.3 Filtration par membrane en tant que retraitement modéré des huiles usagées

##### Description

Avoir un prétraitement pour protéger le système de membrane.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Meilleure qualité des huiles usagées et protection des membranes.

##### Applicabilité

En général utilisé lors du traitement des huiles usagées par filtration sur membrane.

### Aspects économiques

Coûts supplémentaires significatifs. En général, la valeur de l'installation nécessaire, y compris pour l'étape de protection de la membrane, est coûteuse comparée à la valeur ajoutée du produit.

### Installations type

Reflète l'expérience opérationnelle.

### Références bibliographiques [150, UBA, 2004]

## 4.5.5 Préparation de combustible gazeux à partir de déchets

### Description

La gazéification et la pyrolyse permettent de préparer un combustible gazeux. Se reporter au BREF Déchets en incinération pour plus d'informations sur la transformation des déchets organiques en gaz pouvant être utilisé en qualité de combustible ou en qualité de gaz de synthèse.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Produit un gaz combustible propre, les contaminants étant retenus en cours de procédé en plusieurs fractions.

### Données opérationnelles

La gazéification présente l'avantage d'accepter des déchets mélangés, par exemple les huiles usagées et du plastique, ce qui est particulièrement significatif dans le cas d'huiles usagées renvoyées dans leur conteneur de départ.

### Applicabilité

#### Aspects économiques

Etant donné l'importance des installations nécessaires, en règle générale, pour atteindre le seuil de rentabilité, seules les installations existantes peuvent être utilisées pour traiter les déchets. Toutefois, des développements récents ont montré que de petites installations traitant 10 à 15 t/jour peuvent être rentables.

#### Agent moteur pour la mise en œuvre

L'échelle de telles installations est nettement supérieure à ce qui serait nécessaire pour l'élimination des huiles usagées, par conséquent elles ne sont pas normalement construites spécifiquement à cet effet. Toutefois, lorsque de telles installations sont construites à d'autres fins, elles offrent une filière d'élimination sûre pour les huiles usagées qui préserve leur teneur en énergie.

### Installations type

Il existe quelques applications en Europe.

### Références bibliographiques

[5, Concawe, 1996], [58, CEFIC, 2002], [150, TWG, 2004]

## 4.5.6 Techniques de prévention et de réduction appliquées à la préparation de combustibles issus de déchets dangereux

Technique	Référence croisée	Applicabilité
-----------	-------------------	---------------

	dans ce document	
<i>Mesures de prévention de la poussière</i>		
Appliquer la fermeture et la sous-pression pour toutes les aires de réception, de production et d'entreposage	4.6.1	
'Appliquer une surpression dans les lieux d'intervention (salle de contrôle, cabine des véhicules, etc.) pour qu'aucune poussière n'atteigne les employés	4.6.1	Peut être appliqué aux installations existantes sans avoir à revoir totalement la conception du site
Vérifier que les opérations de préparation et de mélange sont mises en œuvre dans des espaces fermés avec un air d'échappement canalisé	4.6.1	
Manipuler les déchets pulvérulents dans des espaces fermés	4.6.1	Peut être appliqué aux installations existantes sans avoir à revoir totalement la conception du site
Utiliser des réservoirs/mélangeurs/filtres/cribles/séparateurs magnétiques/équipement d'homogénéisation fermés	4.6.1	Peut être appliqué aux installations existantes sans avoir à revoir totalement la conception du site
Utiliser des systèmes de pulvérisation/atomiseur pour humidifier l'air ambiant et confiné afin de prévenir les émissions de poussière.	4.6.1	
S'assurer qu'avant le transport, les charges de sciure fraîche, de déchets pulvérulents ou de combustibles issus de déchets solides sont couvertes de manière efficace	4.1.4.1	Peut être appliqué aux installations existantes sans avoir à revoir totalement la conception du site
Appliquer un filet de rétention de la poussière	4.6.5	Peut être appliqué aux installations existantes sans avoir à revoir totalement la conception du site
<i>Techniques de réduction des poussières</i>		
Dépoussiéreur humide	4.6.11	N'est pas utilisé dans les installations de production de combustibles issus de déchets existantes car certaines poussières sont hydrophobes et que les résidus humides ne peuvent pas facilement être réutilisés dans la production de combustibles issus de déchets
Cyclones	4.6.3	N'est pas fréquemment utilisée dans le secteur. Cette technique ne peut être utilisée qu'en combinaison avec un filtre à manches
Filtres à manches	4.6.5	Largement utilisé dans le secteur
Précipitateur électrostatique	4.6.4	
<i>Traitement des eaux usagées</i>		
Traitement au charbon actif	4.7	Eaux usagées faiblement contaminées
Traitement thermique	4.7	Eaux usagées fortement contaminées

**Tableau 4.44 : Techniques de prévention et de réduction appliquées à la production de combustibles issus des déchets dangereux**

[122, Eucopro, 2003], [152, TWG, 2004]

### 4.6 Traitements des effluents gazeux

Cette section contient des techniques utilisées dans le secteur du traitement des déchets pour réduire, diminuer ou contrôler les émissions dans l'air. Il convient de faire porter l'accent sur la prévention de la production et du déplacement des éléments polluants.

Les émissions venant de sources isolées concernent les émissions qui viennent de la collecte de gaz à partir d'une cuve ou d'une zone et qui sont transmises par réduction ou directement dans une cheminée ou une mise à l'atmosphère.

Cette section ne couvre que les techniques les plus pertinentes pour le secteur du traitement des déchets. En général, la plupart des techniques ont déjà été décrites et analysées dans d'autres BREF (une référence spéciale est faite au BREF « Traitement et gestion des eaux et gaz résiduels » et au BREF « Incinération des déchets »). Pour cette raison, la présente section n'a pas pour ambition de donner une analyse complète de chacune des différentes techniques. Au contraire, cette section fera porter plus particulièrement l'accent sur des problèmes relevant du secteur du traitement des déchets, notamment les discussions sur ce que l'on considère comme de bonnes valeurs d'émissions réalisables. Les techniques de prévention ont été couvertes dans la section précédente car elles sont fortement dépendantes du type de procédé/activité mis en œuvre.

#### 4.6.1 Techniques de prévention génériques

##### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- utilisation d'un système clos avec extraction ou sous dépression, dans une installation de réduction adaptée, notamment durant les procédés impliquant le transfert de liquides volatils ou la manipulation de déchets qui génèrent des émissions de COV, y compris durant le chargement/déchargement des camions-citernes
- application d'un système d'extraction dimensionné de manière adéquate qui peut couvrir les réservoirs de maintien, les aires de prétraitement, les réservoirs de stockage, les réservoirs de mélange/réaction et les aires de filtre-presses ou disposer d'un système séparé pour traiter les gaz d'évent venant de réservoirs spécifiques (par ex. filtres à charbon actif à partir de réservoirs contenant des déchets contaminés par des solvants)
- enclore totalement le site (par ex. sous un dôme)
- utilisation de couvertures de sol synthétiques. La couverture synthétique peut être une feuille de plastique mince (0,1 à 0,15 mm) ou se composer d'une feuille de plastique relativement épaisse (0,75 à 1 mm) ou d'une matière géotextile. La résistance des différents polymères aux produits chimiques, aux intempéries, à la perméabilité du gaz et aux déchirures est documentée. En général, la matière barrière sera disponible en rouleaux larges et peut être rapidement appliquée même à des piles de terre volumineuses. La couverture synthétique doit être fixée pour ne pas être arrachée par le vent
- utilisation de barrières contre le vent.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit les émissions fugitives à l'air, (par exemple VOC et odeur). L'efficacité des couvertures de sol dépend de la profondeur de la couverture et du pourcentage de sol contaminé qui peut être couvert. On

peut réduire de manière importante les taux d'émissions mesurés (par ex. >95 %) en ajoutant du sol compacté ; toutefois, il peut encore se produire des migrations latérales de COV.

Si cela se justifie, un il est possible de procéder à un enfermement complet du site d'excavation afin de minimiser les émissions fugitives. L'enceinte permet de collecter toutes les émissions qui peuvent ensuite être mises à l'atmosphère dans un type de dispositif de contrôle adapté aux source ponctuelles. L'enceinte peut être soutenue par l'air ou auto soutenue. Si elle est correctement conçue et exploitée, l'enceinte peut ramener les émissions fugitives à des niveaux négligeables.

Pour les aires d'intervention réduites, l'utilisation de barrières contre le vent peut réduire les émissions fugitives (par ex. COV) en réduisant la vitesse effective du vent à la surface du sol. Une matière de barrière contre le vent commerciale, poreuse, en général utilisée pour le contrôle de la poussière s'est avérée plus efficace qu'une matière de barrière solide.

Les installations qui refoulent des odeurs et de la poussière peuvent être abritées pour éviter les émissions et réduire la quantité d'air contaminé qui doit ensuite être nettoyé. Un système de collecte d'air d'échappement qui fonctionne bien assure un minimum de germes, champignons, spores, odeurs et particules de poussière. Ceci peut avoir des effets positifs sur la santé physique des employés et réduit l'absentéisme dû aux maladies.

### Effets multimilieux

Un effet indirect positif de l'enceinte est la réduction du bruit pour les employés sur site.

La barrière de couverture synthétique peut rester en place indéfiniment même si la dégradation physique et la photodégradation des polymères tendent à limiter à quelques semaines la durée de vie efficace des barrières minces.

Les couvertures de sol seront moins efficaces sur des périodes prolongées et leur utilisation tend à augmenter le volume total et la masse de matière qui doit être traitée.

### Données opérationnelles

L'approche de contrôle des COV utilisée le plus fréquemment, par exemple durant les excavations, est l'utilisation de couvertures pour fournir une barrière physique au transport de vapeur. La barrière la plus simple est l'utilisation de sols relativement propres pour recouvrir les sols contaminés. La couche de sol augmente la distance de transport nécessaire pour la diffusion de vapeur et, par conséquent, réduit nettement, du moins temporairement, le taux d'émission. L'efficacité de la couverture dépend de la perméabilité aux vapeurs présentes et du pourcentage de la pile de sol couverte de manière adéquate. Les mesures de laboratoire d'une membrane de PVC de 0,5 mm ont montré des performances relativement mauvaises pour limiter la diffusion de vapeur.

Des dômes auto-porteurs sont plus pratiques si des camions ou d'autres équipements lourds doivent régulièrement pénétrer et quitter la structure.

Dans les installations de traitement biologique, le processus en amont joue un rôle crucial pour le besoin d'élimination de poussière. Dans le gaz d'échappement humide issu d'un procédé biologique, les émissions potentielles de poussière sont éliminées d'une manière efficace. Toutes les phases mécaniques du traitement des matières sèches entraînent inévitablement des émissions de poussière. Il est alors nécessaire d'encapsuler les agrégats concernés. Dans ces phases mécaniques, l'air d'échappement doit être soumis à une élimination efficace de la poussière. Différentes techniques permettent d'obtenir des valeurs inférieures à 10 mg/Nm<sup>3</sup>. Les techniques de prévention de la formation de bioaérosols et de poussières dans les installations de traitement biologique comportent les éléments suivants :

- a. s'assurer que la teneur en humidité optimale est maintenue durant le processus aérobie

- b. s'assurer que le matériau digéré est régulièrement retourné
- c. maintenir des mesures de bonne gestion (voir Section 4.1.2.5)
- d. ériger des murs de protection/planter des arbres autour du périmètre du site.

### Applicabilité

Les couvertures synthétiques sont en général utilisées pour contrôler les émissions de COV à partir du sol excavé dans des piles de stockage à court terme. Les couvertures synthétiques sont également largement utilisées pour contrôler les émissions de COV pendant le transport par voie ferrée ou route.

Des restrictions importantes limitent l'utilisation d'enceintes complètes à quelques sites où d'autres options de contrôle ne sont pas acceptables. Les températures de l'air à l'intérieur de la structure peuvent être élevées et affecter la productivité et la sécurité des employés. Les exigences de sécurité supplémentaires, ainsi que le délai supplémentaire nécessaire pour que les camions entrent et sortent de la structure, prolongeront le temps nécessaire pour terminer l'excavation et par conséquent augmenteront les coûts.

Pour des zones de travail importantes, le clôturage est moins pratique. Les émissions de COV (et PM) à partir des piles de stockage peuvent être minimisées en contrôlant l'emplacement et la forme des piles. Lorsque cela est faisable, les piles peuvent être placées dans des secteurs abrités des vents dominants sur le site. Il est possible de minimiser la surface pour un volume donné de sol en donnant une forme à la pile. L'orientation de la pile affectera la vitesse du vent sur cette dernière, la vitesse du vent la plus basse intervenant lorsque la longueur de la pile est perpendiculaire au sens du vent dominant.

La sélection de techniques de réduction des COV à appliquer dépend principalement des propriétés des COV. Par ailleurs, ces techniques sont particulièrement sensibles aux débits et à la concentration.

### Aspects économiques

Les dépenses d'infrastructure de la structure pour un espace totalement clos sont relativement élevées. Les frais d'exploitation peuvent également être très élevés si des volumes importants d'air doivent être traités et refoulés pour maintenir les concentrations de contaminants dans l'air à l'intérieur du dôme à des niveaux qui sont sûrs pour la santé des employés.

Technique de contrôle des émissions	Coût des matériaux (\$US/m <sup>2</sup> sauf indication contraire)	Commentaires
Argile	4,15	Couvertures, tapis et membrane
Sol	1,33	Suppose une profondeur de 15 cm ; n'inclut pas le transport du sol
Copeaux de bois, filet de plastique	0,50	Le coût des copeaux varie en fonction des sites
Couverture synthétique	4,40	Suppose une épaisseur de 1,14 mm
Mousse à court terme	0,04	Suppose 6 cm d'épaisseur, mousse 0,7\$US/m <sup>3</sup>
Mousse à long terme	0,13	Suppose 3,8 cm d'épaisseur, 3,3 \$ US/m <sup>3</sup>
Ecran contre le vent	40/m	Par mètre linéaire

**Tableau 4.45 : Résumé des coûts de contrôle d'émissions pour des sources étendues appliquées aux excavations et à l'enlèvement [30, Eklund et al., 1997]**

### Installations type



La majorité des installations chimiques ont un système d'extraction d'air et de lavage pour les principaux réservoirs de traitement pour toutes les opérations de prétraitement qui peuvent produire un rejet gazeux toxique à l'air. La plupart des installations de traitement des déchets ont un système de réduction en place pour contrôler les émissions dans l'air mais le type de niveau de contrôle est très variable.

#### Références bibliographiques

[30, Greenpeace, 1997], [54, Vrancken et al., 2001], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [122, Hogg, 2001], [126, Irish EPA, 2003], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

### 4.6.2 Programme de détection des fuites et de réparation

#### Description

Un programme de détection et réparation des fuites (LDAR) pour les installations manipulant des solvants et des matières volatiles similaires peut inclure :

- a. identification et, si possible, quantification des émissions fugitives significatives dans l'air à partir de sources pertinentes, estimation de la proportion totale d'émissions attribuables aux rejets fugitifs pour chaque substance
- b. utilisation de mesures non-intrusives du volume des réservoirs
- c. remplacement des couvercles de récipients avec filtre lors du nettoyage des filtres
- d. stockage des rejets de filtre dans des fûts scellés
- e. stockage des eaux contaminées risquant de dégager des odeurs dans des réservoirs couverts
- f. utilisation d'un stockage dans des fûts (voir Section 4.1.4.2)
- g. s'assurer que le nettoyage/lavage régulier des réservoirs est mis en œuvre en utilisant des programmes d'entretien pour éviter des activités de décontamination à grande échelle
- h. lavage des camions-citernes si le chargement est susceptible de donner lieu à des odeurs. Les déchets aqueux/eau de lavage résultant du lavage, doivent être rejetés directement dans des systèmes de stockage de réduction de la pollution avant l'ouverture des camions-citernes. Ouverture des camions-citernes pendant le moins de temps possible
- i. surveillance directe des vannes, joints de pompe, etc. en utilisant un instrument d'analyse des vapeurs organiques portable pour vérifier la présence de fuites.
- j. mise en œuvre d'activités d'entretien pour réparer toute fuite détectée, par exemple en remplaçant les garnitures des vannes.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Détecte les fuites de COV à partir de vannes, pompes et autres composants des canalisations.

#### Applicabilité

Adapté aux sites qui contiennent un nombre important de composants de conduites (par ex. des vannes) et qui traitent une quantité importante d'hydrocarbures plus légers (par ex. des solvants).

#### Aspects économiques

Le coût d'une étude de détection de fuites et des réparations associées peut être partiellement compensé par les économies dégagées par une réduction des pertes de matière dans l'air. Les économies dépendent de la valeur de la matière qui est perdue.

#### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 4.6.3 Cyclones

#### Description

Dans tous les types de cyclones, les forces centrifuges sont utilisées pour séparer les particules solides ou les gouttelettes liquides issues d'effluents gazeux. Les filtres cyclones sont utilisés pour retirer des particules plus lourdes qui « tombent » lorsque l'on force les effluents gazeux dans un mouvement rotatif avant qu'ils ne quittent de nouveau le séparateur. Il existe deux formes, par ex. un cyclone ou un multi-cyclone. Le dernier sépare les poussières les plus fines.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Les cyclones sont efficaces pour réduire les particules de dimensions  $>10\ \mu$ . , Ils ne sont pas efficaces contre les particules de dimensions  $<10\ \mu$  pour qui des mesures supplémentaires seront nécessaires, par ex. des filtres tissus. Avantages de l'utilisation d'un cyclone :

- efficace sur une large plage de concentrations
- la poussière collectée peut être réutilisée dans le procédé.

#### Effets multimilieux

Les cyclones créent une chute de pression dans le flux de gaz qui implique une consommation d'énergie supérieure pour surmonter cette chute et, par conséquent, entraîne une plus grande quantité d'émissions globales. Usure importante avec de la poussière abrasive.

#### Données opérationnelles

Les cyclones sont relativement fiables. Les conditions opérationnelles incluent :

- surveillance du pH, du débit et du niveau des liqueurs de laveur et de la chute de pression du laveur (surveillance de la chute de pression avec des alarmes)
- surveillance périodique des concentrations en sortie dans différentes conditions d'exploitation.

#### Applicabilité

Cette technique ne peut être utilisée qu'en combinaison avec un filtre à manches Elle n'est pas efficace pour séparer de petites particules.

#### Aspects économiques

Les cyclones sont relativement bon marché.

#### Installations type

Les cyclones sont utilisés dans la préparation des combustibles issus de déchets dangereux où ils sont utilisés dans la cuve de mélange dans le cadre du procédé de stabilisation. Ils sont également utilisés pour le traitement des gaz d'échappement des usines de traitement physico-chimiques.

#### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003]

### 4.6.4 Dépoussiéreurs électrostatiques (ESP)

#### Description

Les dépoussiéreurs électrostatiques exploitent les hautes tensions pour attirer et éliminer les particules des effluents gazeux. Il existe deux différents types de fonctionnement ; par ex. sec qui implique la collecte de poussières sur des électrodes sous l'influence d'un champ électrique et humide où les électrodes sont nettoyées pour augmenter l'efficacité.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit les émissions de particules. Rendement de collecte des particules grossières et réduites élevé. Efficace à de hautes températures et efficace pour la collecte de particules liquides.

**Applicabilité**

Cette technique n'est pas adaptée aux particules organiques en raison du fort risque d'explosion qu'elle présente.

**Installations type**

Est utilisé pour le traitement des gaz d'échappement des usines de traitement physico-chimiques.

**Références bibliographiques**

[122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

**4.6.5 Filtres en tissu****Description**

La création d'une barrière sépare la poussière des effluents gazeux. Les particules solides sont piégées par un tissu tissé lorsque le flux gazeux les traverse. L'efficacité du filtre peut être améliorée en appliquant un pré-revêtement au tissu du filtre avant qu'il ne soit amené en ligne.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

- efficacité élevée de collecte pour les particules grossières et réduites.
- efficace sur une large plage de concentration
- la poussière collectée peut être réutilisée dans le procédé rendement élevé de collecte à températures élevées, en cas d'utilisation de matériaux spéciaux, par exemple du téflon.

Caractéristiques	Filtre en tissu
Plage de débit en entrée (m <sup>3</sup> /heure)	1 000 à 50 000
Concentration en entrée (mg/Nm <sup>3</sup> )	100 à 5 000
Concentration en sortie (mg/Nm <sup>3</sup> )	<10
Risques	Explosion
Consommation (combustible issu de déchets produit par tonne)	A
Electricité (kWh)	2,5 à 3,5
Combustible/gaz (litre)	-
Réactif (nature et kg)	-
Résidus	-
Coût (€/t combustible issu de déchets produit par an)	
Frais d'investissements	Jusqu'à 4
Frais de fonctionnement	0,15
Frais d'entretien	0,1

**Tableau 4.46 : Filtration de poussière par un filtre tissu [122, Eucopro, 2003]**

**Effets multimilieux**

Les filtres cyclones et les filtres tissus créent une chute de pression du débit gazeux impliquant une consommation d'énergie supérieure pour surmonter cette chute de pression et par conséquent des

émissions globales plus importantes. La poussière qui émane de l'équipement de contrôle de pollution de l'air (par ex. à partir d'un dépoussiéreur à manches) est l'une des sources majeures de déchets dangereux dans un certain nombre d'industrie. Comme avec des systèmes d'égouts, des collecteurs de poussière communs sont utilisés dans différents secteurs de production, ce qui donne un mélange de différents types de poussières et, par conséquent, empêche le recyclage. Dans certains cas, des modifications peuvent être apportées aux collecteurs de poussière, de sorte que chaque source différente de déchets aille vers un compartiment différent, empêchant ainsi le mélange de différents types de déchets et augmentant le potentiel de recyclage.

### **Données opérationnelles**

Le nettoyage in situ peut être obtenu par l'impulsion d'air, de l'air à contre courant ou par un soutirage mécanique. La fiabilité dépend pour beaucoup du matériau du filtre. Les filtres tissés peuvent créer un risque d'explosion. Les filtres tissés sont équipés d'une surveillance de chute de pression, avec des alarmes et, fréquemment d'une mesure des concentrations en entrée et en sortie. La pression est fréquemment utilisée comme substitut instantané pour l'analyse de concentration. De temps à autre toutefois, un contrôle de laboratoire est mis en œuvre sur la concentration en sortie afin de quantifier les émissions. Un opacimètre ou un détecteur de particules par impact peut être utilisé pour surveiller les performances. Un programme doit être prévu pour le nettoyage régulier des filtres physiques.

### **Applicabilité**

Appliqué aux émissions fugitives et aux émissions de source ponctuelles dans l'air. Les filtres tissés sont en général utilisés comme dispositifs de nettoyage des gaz secondaires et tertiaires en combinaison avec un cyclone ou un laveur-épurateur à sec situé en amont. En général, les filtres tissés ne sont pas adaptés à une utilisation dans des flux chargés d'humidité ou dans les flux dont les caractéristiques sont acides, riches en goudron ou collants. Ceci s'explique par les effets contraires du « colmatage » du tissu et par des problèmes d'adhérence.

### **Installations type**

Les filtres à manches sont utilisés dans la préparation des combustibles issus de déchets. Ils sont également utilisés dans la cuve de mélange du procédé de stabilisation dans la production de bombes aérosol (par ex. pour l'élimination de la poussière) et pour le traitement des gaz d'échappements des usines de traitement physico-chimiques.

### **Références bibliographiques**

[53, LaGrega et al., 1994], [55, UK EA, 2001], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

## **4.6.6 Séparateurs à lamelles**

### **Description**

Dans les séparateurs à lamelles, le flux d'air s'écoule à travers plusieurs plaques parallèles qui ont des bosses en crochets qui forcent le flux d'air à changer de direction. Sous l'effet de l'inertie des particules, ces dernières sont séparées dans un piège à poussière et séparées du flux d'air.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit les émissions de particules.

### **Applicabilité**

Les séparateurs à lamelles ne sont appliqués que pour la séparation des particules de poussière grossières.

### **Références bibliographiques**

[126, Hogg et al., 2003]

### 4.6.7 Adsorption

#### Description

Dans les procédés d'adsorption, les polluants sont retirés du flux de gaz résiduaire et adsorbés de manière spécifique sur l'adsorbant. L'épuration de l'air d'échappement par adsorption consiste essentiellement en deux phases de traitement :

- a. la réduction du polluant par adsorption et l'accumulation dans un adsorbant
- b. la régénération de l'adsorbant.

Les éléments polluants issus du gaz résiduaire s'accumulent dans l'adsorbeur. Lorsque la capacité de charge de l'adsorbant est atteinte, les polluants adsorbés sont désorbés afin de permettre le réemploi de l'adsorbant. La désorption est en général mise en œuvre avec un flux d'air chaud dont le volume est considérablement inférieur au flux de gaz résiduaire. Le gaz nocif désorbé concentré est éliminé dans une étape de traitement ultérieur.

L'adsorption s'appuie sur le principe des centres actifs dans une matrice poreuse. On distingue principalement les différents adsorbants par leur aptitude à adsorber l'eau. On peut donc les répartir entre les adsorbants hydrophiles et hydrophobes.

Récemment, des installations de traitement de gaz avec une faible teneur en solvants ont été développées. Ces dernières s'appuient sur de nouveaux matériaux adsorbants présentant une forte stabilité chimique et mécanique et capables d'adsorber à des faibles températures et de désorber à une température donnée. Les solvants concentrés peuvent être brûlés sans ajouts de combustible et *in situ*.

Même si le charbon actif est le matériau d'adsorption le plus largement utilisé, d'autres alternatives comportent du gel de silice, de l'alumine et des zéolithes. Dans le traitement des gaz résiduaire, l'adsorption est mise en œuvre en utilisant un filtre à charbon actif. Le charbon actif a un volume important de très petits pores qui créent une large zone en surface. En règle générale les charbons activés ont des valeurs de surface de 600 à 1200 m<sup>2</sup>/g. Le gaz d'échappement peut être purifié par un apport de charbon actif ou par injection de charbon actif dans le flux d'air suivi par une séparation en aval par un filtre textile.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Certains avantages de cette technique sont :

- applicabilité à une large gamme de composants.
- charbon actif utilisé pouvant être récupéré plusieurs fois ou utilisé en qualité de combustible.
- adsorption sur charbon actif présentant des rendements similaires à ceux des oxydants thermiques mais avec moins de risques d'incendie instantané dans les véhicules qui sont chargés/déchargés.

Caractéristiques	Concentration
Plage de débits en entrée (Nm <sup>3</sup> /heure)	<50 000
Concentration de COV en entrée (g/Nm <sup>3</sup> )	<0,5
Concentration de COV en sortie (mg/Nm <sup>3</sup> )	40 à 110
Besoin de dépoussiérage préliminaire	Oui
Risques	Saturation rapide
Résidus	
Consommation (combustible issu de déchets produit par tonne)	
Electricité (kWh)	25 à 75

Combustible/gaz (kWh)	-
Autres combustibles ou biogaz	
Réactif (kg)	0,1 à 0.5 g/COV (pour charbon actif)
Coûts	
Coûts d'investissement (€/t capacité)	1088 à 30
Frais d'exploitation (€/t combustible issu de déchets produit) Electricité Combustible/gaz Autres	1,65 à 3 0
Frais d'entretien (€/t combustible issu de déchets produit)	0,5

**Tableau 4.47 : Données techno-économiques pour l'absorption [122, Eucopro, 2003]**

Les émissions de COV à partir de pièges au carbone (solvants chlorés) sont de 8 à 32 mg/Nm<sup>3</sup> ou 215 kg/an, lors du nettoyage d'huiles usagées.

#### Effets multimilieus

Performances limitées en raison de la capture incomplète de certaines molécules organiques. Peut également présenter des risques d'incendie et d'explosion. Cette méthode capture mais ne détruit pas les composés organiques. Les filtres à charbon saturés doivent être soumis à un traitement ultérieur.

#### Données opérationnelles

La réduction peut facilement devenir surchargée et par conséquent inefficace. L'utilisation de charbon actif est efficace pour la capture des COV, qui proviennent principalement des installations de stockage. La capacité d'absorption du charbon actif dépend de la nature des COV particuliers, mais elle est limitée à un maximum de 300 g/kg de charbon actif. Il convient de noter certains éléments :

- conception simple
- stabilité avec le temps
- acceptation de concentrations en point élevé
- A certaines concentrations de COV (élevées), l'adsorption est exothermique et doit être contrôlée afin d'éviter des incendies/explosions.

La durée de vie du charbon utilisé dans la réduction pour le stockage dans des installations de traitement des huiles usagées est longue. Ceci s'explique parce que cette application n'implique que des pertes par respiration et non des pertes par déplacement.

Si l'on utilise un filtre à charbon actif, la poussière doit tout d'abord être épurée de l'air d'échappement car la poussière peut provoquer un engorgement et entraîner une augmentation du gradient de pression. La capacité de charge des adsorbants est influencée par un certain nombre de facteurs : les propriétés physico-chimiques des substances qui sont adsorbées (particulièrement le point d'ébullition)

- la concentration de la substance
- l'adsorption en concurrence d'autres substances
- la co-adsorption de l'eau
- la température d'adsorption
- la structure des pores et la dimension des surfaces internes de l'adsorbant.

#### Applicabilité

L'adsorption au carbone est utilisée pour la réduction des COV, des odeurs et des émissions fugitives. L'adsorption au carbone est en général utilisée en tant que technique de réduction pour les point d'extraction locaux, par ex. au point de regroupement et aux points d'échantillonnage. Il convient de veiller à éviter que la vapeur d'air ne devienne humide en raison de la nature polaire des adsorbants communs qui adsorberont de préférence la vapeur d'eau. C'est pourquoi l'adsorption au carbone n'est pas adaptée pour la réduction des émissions d'air venant d'une cuve de chauffage de retraitement d'huile.

Il existe plusieurs applications différentes pour le charbon actif, par exemple le charbon actif est appliqué pour l'épuration et l'élimination des contaminants organiques trace des flux de liquides et de vapeur.

Les systèmes d'adsorption au carbone sont fréquemment utilisés dans l'extraction des vapeurs du sol, mais ils peuvent être coûteux à mettre en œuvre et, en général, ne sont pas acceptables pour les flux de gaz à forte humidité. Ils sont également communs dans le traitement des émissions d'air à partir du lavage du sol, de l'extraction par solvant du sol, du rinçage du sol, du traitement des bombes aérosol, des installations de traitement biologique et des usines de traitement physico-chimiques (par ex. pour l'adsorption de composants volatils).

L'adsorption au carbone n'est pas adaptée pour les concentrations élevées ou les petites molécules ou en présence de poussière. Par ailleurs, l'adsorption au carbone ne peut pas être adaptée à certaines molécules, par ex. acétone.

### Aspects économiques

Il convient de noter un certain nombre de points :

- offre des frais d'exploitation réduits pour de faibles concentrations de COV
- coût supplémentaire pour le renouvellement du charbon actif.

Les deux tableaux suivants (Tableau 4.48 et Tableau 4.49) montrent les données de coût pour l'adsorption.

Traitement	Plage de débits en (m3/h)	Coût d'immobilisation (USD)
Adsorption au carbone (avec régénération)	170	20 000 <sup>a</sup>
	400	24 000 <sup>a</sup>
	800	33 000 <sup>a</sup>
	1 770	12 000 <sup>b</sup>
Pièges à charbon actif	160	700
	800	8000 <sup>c</sup>
	1600	6 000
	6400	23 000 <sup>c</sup>



	160	50 000
<sup>a</sup> Inclut les soufflantes, dispositifs de désembuage, commandes, jauges, vannes et ampèremètres de débit <sup>b</sup> Inclut les soufflantes, raccords flexibles et registres <sup>c</sup> Unités à lit profond		

**Tableau 4.48 : Coûts d'immobilisation pour contrôler les émissions de COV venant des systèmes d'extraction et d'évent de la terre [30, Eklund et al., 1997]**

Spécifications techniques		
Capacité Types d'huiles	10 000 t/an Huiles de lubrification	
Fonctionnement du procédé	usées	
Débit du gaz résiduaire	Discontinu	
Age de l'installation	0 à 50 Nm <sup>3</sup> /h	
Age de l'équipement de contrôle de pollution	ancienneté 10 ans	
	Ancienneté 2 ans	
Techniques de contrôle possibles	Coût d'immobilisation	Frais d'exploitation (GBP)
Fûts de charbon actif *	Faible	1 100
*Prend comme hypothèse trois fûts de 60 kg sur site devant être remplacés trois fois par an.		

**Tableau 4.49 : Coût du contrôle des rejets à l'air à partir d'une installation de recyclage d'huile typique [42, UK, 1995]**

### Installations type

Préparation de combustibles issus des déchets à partir de déchets dangereux On ne dispose pas, à l'heure actuelle, d'expérience opérationnelle à partir d'installations de traitement biologique (biomécanique)

### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [42, UK, 1995], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.6.8 Condensation

### Description

Il est possible d'éliminer les COV par condensation avec de l'azote liquide ou d'autres agents de refroidissement (par ex. eau de refroidissement). Le condenseur est une cuve incorporant un échangeur de chaleur où un gaz est refroidi pour le changer en phase liquide (c'est-à-dire condensation). Récupération des COV par condensation cryogénique de l'azote dans un solvant (-130 °C). On peut trouver plus d'informations sur cette question dans les BREF sur la Chimie organique à grand volume de production (COGV) et sur les Systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique (CWW).

### Avantages obtenus pour l'environnement

Possibilité de récupérer les COV condensés. Les émissions de COV réalisables peuvent être aussi faibles que 10 à 50 g/h. On peut obtenir des rendements de 99,3 %. Les émissions de chloroforme peuvent être aussi réduites que 20 mg/Nm<sup>3</sup>. L'azote est réutilisable pour d'autres moyens de l'installation.

Caractéristiques	Valeur
Plage de débit en entrée (m <sup>3</sup> /heure)	<100
Concentration de COV en entrée (g/Nm <sup>3</sup> )	2 à 500
Rendement (%)	>95
Besoin de dépoussiérage préliminaire	non
Résidus	non
Consommation (combustible issu de déchets produit par tonne)	
Electricité (kWh)	25
Combustible/gaz (kWh)	-
Autres combustibles ou biogaz	
Réactif (kg)	Azote
Coûts	
Coûts d'investissement (€/t capacité)	20 à 60
Frais d'exploitation (€/t combustible issu de déchets produit)	2 à 6
Frais d'entretien (€/t combustible issu de déchets produit)	<0.5

**Tableau 4.50 : Données sur la condensation de l'azote liquide [122, Eucopro, 2003] 461**

### Effets multimiliieux

Consommation d'azote et d'électricité. Il peut y avoir un rejet direct d'azote contaminé avec d'autres produits.

### Données opérationnelles

Sensibilité à la présence d'eau. La présence de vapeur d'eau dans l'air peut bloquer le système et l'eau se condense en glace qui peut ensuite givrer ou glacer les systèmes d'écoulement. Une période de dégivrage est alors nécessaire. Consommation en azote de 18 kg/t solvant récupéré. Elimination des risques de sécurité. Simplicité des contrôles de température et de pression.

### Applicabilité

Utilisé dans des cas où seuls des volumes relativement réduits ou des débits faibles doivent être traités et lorsque l'azote liquide est disponible et que la concentration de COV est assez élevée. Cette technologie est disponible pour des volumes et des compositions stables. Les applications comportent en général le traitement d'émissions à partir de réservoirs de chauffage de retraitement d'huile qui incorporent également une récupération des composants d'huile. La condensation peut être utilisée en tant que prétraitement pour l'oxydation thermique, réduisant l'exigence de combustible et la dimension globale de l'oxydant nécessaire. Applicable aux débits situés entre 50 et 100 Nm<sup>3</sup>/h et à des charges de 1 à 10 kg/h. Facilement applicable aux installations existantes et est très souple pour s'adapter à des modifications de débit et de concentration.

Dans les usines de traitement physico-chimiques, les composants volatils sont refroidis et condensés pour être traités.

### Aspects économiques

Frais d'exploitation en général élevés. Frais d'exploitation de 2€/t de solvant traitée par condensateur à azote liquide.

Spécifications techniques	
Capacité	10000 t/an

Types d'huile Fonctionnement du procédé Débit du gaz résiduaire Age de l'installation Age de l'équipement de contrôle de la pollution	Huiles de lubrification usagées Discontinu 0 à 50 Nm <sup>3</sup> /h Ancienneté : 10 ans Ancienneté : 2 ans	
<b>Techniques de contrôle possibles</b>	<b>Dépenses d'infrastructure (GBP)</b>	<b>Frais d'exploitation (GBP)</b>
Refroidisseur au glycol	30000	8000

**Tableau 4.51 : Coût du contrôle des rejets à l'air à partir d'une installation de recyclage d'huile typique**

[42, UK, 1995]

#### Agent moteur pour la mise en œuvre

Réglementations en matière de sécurité.

#### Installations type

Préparation de combustibles issus des déchets à partir de déchets dangereux et de récupération des solvants Dans une installation type de régénération des huiles usagées, les unités de déshydratation et de reprise des carburants utilisent des échangeurs de chaleur condensants, refroidis à l'air pour la récupération de la vapeur. La récupération de la vapeur de vide-distillation utilise de l'huile et des condenseurs refroidis à l'eau. Les flux de vapeur et les flux non-condensables sont ensuite acheminés vers le réchauffeur de procédé pour la destruction des substances organiques et de toutes substances odorantes éventuellement présentes. Il y a au moins huit installations dans l'Union-européenne.

#### Références bibliographiques

[42, UK, 1995], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [66, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

462

### 4.6.9 Mousses temporaires et à long terme

#### Description

Six types de mousse au moins sont disponibles. Les mousses sont d'une compatibilité et d'une efficacité variable pour différentes classes de contaminants. Un équipement spécialisé est disponible pour les applications des mousses sur des surfaces importantes. La mousse est appliquée à une profondeur de 15 à 76 cm, avec des taux de couverture de jusqu'à 100 m<sup>2</sup>/mn. Le concentrat de mousse liquide est appliqué via une buse d'air-aspirante ou goulotte. Le degré d'expansion (c'est-à-dire le nombre de litres de mousse produits à partir d'un concentrat liquide) est élevé (250:1), faible (20:1) ou moyen.

Les mousses utilisées se répartissent en deux types généraux : temporaires ou à long terme. Les mousses temporaires donnent une couverture de jusqu'à une heure, à ce stade 25 % ou plus du liquide incorporé dans la mousse aura été libéré. Les mousses à long terme contiennent un additif stabilisant pour prolonger la durée de vie utile de la mousse et la porter à plusieurs jours, voire même des semaines.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduction des émissions de COV. L'efficacité des mousses est assez élevée pour les secteurs qui sont couverts. Des réductions d'émissions à court terme respectivement de 75 à 95 % pour la totalité des paraffines et des éléments aromatiques ont été mesurées sur site sur des périodes de 20 minutes. Les

réductions d'émissions pour le COV total de 99 à 100 % en utilisant la mousse stabilisée ont été mesurées sur site sur des périodes de 24 heures.

Les deux principaux avantages des mousses sont qu'elles peuvent être très efficaces et qu'elles peuvent être appliquées directement au godet arrière et au sol contaminé exposé.

### Effets multimilieus

Plusieurs inconvénients doivent être envisagés avec les mousses. L'application de couches épaisses de mousse nécessaires pour le contrôle des émissions est plus efficace sur des surfaces horizontales que sur des surfaces verticales telles que les côtés d'un puits d'excavation. Une couverture incomplète des surfaces émettrices diminuera de manière nette l'efficacité des contrôles. Etant donné que les concentrats de mousse sont composés en général de plus de 90 % d'eau, l'ajout de cette eau au sol, augmente le poids du sol, ce qui rend sa manipulation difficile et moins sensible au traitement thermique. La mousse est difficile à appliquer les jours venteux et, dans toutes les conditions, une application ou une réapplication fréquente de la mousse peut être nécessaire.

### Applicabilité

Des mousses de lutte incendie modifiées sont souvent utilisées pour contrôler les émissions de COV durant l'assainissement des sites de déchets dangereux contenant des composés toxiques volatils.

### Références

[30, Eklund et al., 1997]

### bibliographiques

## 4.6.10 Biofiltres

### Description

'« Biofiltre » est le terme générique qui couvre tous les procédés d'oxydation biologique qui interviennent dans un système à garnissage. Ceci comporte les lits bactériens classiques, les biolaveurs (population microbienne prise en charge dans la liqueur de laveur) ou les lits biologiques (système garni en utilisant de la terre, de la tourbe et de l'écorce).

Le biofiltre consiste en un appareil rempli de matière décomposable telle que du compost, de l'écorce ou un mélange de tourbe et de bruyère, etc. Les micro-organismes (champignons, bactéries, virus et algues) résident sur la matière. L'air d'échappement s'écoule à travers la matière alors que les micro-organismes décomposent les substances nocives. Le débit d'air et d'eau se fait normalement à contre courant. Un biofiltre n'est pas un filtre au sens mécanique (c'est-à-dire qu'il n'entraîne pas une séparation des particules), mais c'est un réacteur où une certaine plage de substances nocives est métabolisée en substances inoffensives. Le tableau 4.52 répertorie les qualités désirées d'un biofiltre.

Caractéristiques	Description
Fluide du filtre	Actif biologiquement mais raisonnablement stable
	Teneur en matière organique >60 %
	Poreux et friable avec 75 à 90 % de volume vide
	Résistant au compactage et à l'imbibition d'eau
	Teneur en fines relativement faible pour réduire les pertes de charge en gaz

	Relativement exempt d'odeurs résiduelles
	Des mélanges spécifiques de matière peuvent être désirables pour obtenir les caractéristiques ci-dessus
Teneur en humidité	50 à 80 % de poids
	Prendre des dispositions pour ajouter de l'eau et retirer le drainage du lit
Eléments nutritifs	Doivent être adéquats pour éviter les limites
	En général n'est pas un problème avec les gaz de digestion aérobie en raison de la forte teneur en $\text{NH}_3$
pH	7 à 8,5
Température	Proche de la température ambiante, 15 à 35 ou 40 °C
Prétraitement du gaz	L'humidification peut s'avérer utile afin d'obtenir environ 100 % d'humidité de gaz en entrée
	La poussière et les aérosols doivent être retirés pour éviter l'engorgement des fluides mais pour la plupart des biofiltres ce n'est pas un problème (sauf s'il y a une couche de papier de soie dans le fond)
Taux de chargement de gaz	<100 $\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^3$ , sauf si les essais prennent en charge des chargements supérieurs
Durée de séjour du gaz	30 à 60 secondes, sauf si les essais prennent en charge des délais de séjour plus courts
Profondeur du support	>1m, <2 m
Capacité d'élimination	Dépend des milieux et des composés (en général, de l'ordre de 10 à 160 $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$ )
Distribution du gaz	Le collecteur doit être correctement conçu pour présenter un débit de gaz uniforme pour les milieux

**Tableau 4.52 : Qualités des milieux des biofiltres**

[59, Hogg et al., 2002]

Contrairement au biofiltre, dans les biolaveurs, les microorganismes ne sont pas fixés sur des matières organiques. La biomasse nage quasi librement dans la suspension, qui est pulvérisée sur le gaz d'échappement à contre courant. La principale différence est que l'absorption de substances nocives est locale et qu'elle est séparée du métabolisme.

Dans une installation de traitement de bombes aérosol, l'air d'échappement venant de différentes pièces opérationnelles est introduit à l'aide de ventilateurs dans une couche de filtre perméable à l'air. Pendant que l'air s'écoule à travers la couche filtrante, le contenu dégradable est décomposé par les microorganismes qui peuplent le filtre. Afin de s'assurer que la couche filtrante reste perméable à l'air, ce qui est essentiel pour l'alimentation en oxygène de l'air des microorganismes, l'air d'échappement est nettoyé au préalable afin de retirer les solides (poussières). Parallèlement, le nettoyage humidifie l'air d'échappement, ce qui est nécessaire pour empêcher le séchage de la couche filtrante. Par conséquent, le biofiltre représente un réacteur à lit fixe aérobie pour la décomposition biochimique des substances organiques. Le biofiltre, par ex. avec une surface de 1 800  $\text{m}^2$ , peut traiter un flux d'air d'échappement d'environ 200 000  $\text{m}^3/\text{h}$ , ce qui se traduit par une surface de charge de filtre spécifique de 111  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ . En dessous du biofiltre, des aires d'alimentation sont utilisées par différentes installations de traitement (provision pour le traitement et la diffusion). Cette aire est conçue comme un bac de collecte. Par ailleurs, une installation fixe d'extinction à mousse est présente.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit les émissions d'odeur et de COV à partir de produits naturels et de la synthèse de composés inorganiques (par ex.  $\text{H}_2\text{S}$  et  $\text{NH}_3$ ), de composés aromatiques et aliphatiques (par ex. acides, alcools, hydrocarbures). Des solvants non-chlorés, des mercaptans, amines, amides, aldéhydes et cétones sont d'autres produits qui peuvent être décomposés. La capacité de traitement va de 50 à 150  $\text{Nm}^3/\text{h}/\text{m}^2$  en fonction du type de polluant.

Substance (groupe)	Concentration en entrée ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	Concentration en sortie ( $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )	Efficacité du biofiltre (%)
Aldéhydes, alcanes			75
Alcools			90
AOX, hydrocarbures aromatiques (benzène)			40
Hydrocarbures aromatiques (toluène, xylène)			80
NMVOC			83
PCDD/F			40
Odeurs			95 à 99
NMVOC (Valeurs en carbone total)	30 à 70	10 à 40	80

**Tableau 4.53 : Efficacité du biofiltre dans le traitement des gaz résiduels issus du traitement biomécanique**

[81, VDI et Dechema, 2002]

L'efficacité de l'élimination d'un biofiltre est déterminée par le temps de séjour du gaz dans le lit du fluide. Les temps de séjour efficaces vont, en règle générale, de 30 à 60 secondes pour la plupart des applications de digestion aérobie. Les études ont indiqué des rendements d'élimination élevés pour des composés spécifiques tels que  $\text{H}_2\text{S}$  (>99 %), du mercaptan de méthyle, du disulfure de diméthyle, du sulfure de diméthyle (>90 %) et différents terpènes (>98 %).

Les avantages sur le plan de l'environnement comportent des exigences à faible énergie et l'élimination du risque de transfert transmilieu potentiel des polluants. Les mesures dans l'application pratique des biofiltres des usines de traitement physico-chimique ont montré des résultats d'environ 95 à 98 % de dégradation pour des solvants organiques avec des concentrations dans l'air d'échappement à purifier de 400 à 1 600  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ .

Dans les installations de traitement biologique, les gaz malodorants seront alimentés à travers un laveur (par ex. séparateur humide d'acide), qui réduit la teneur en ammoniac et la ramène à un niveau acceptable pour le biofiltre. Le biofiltre élimine les odeurs et tout ammoniac résiduel. Le procédé de filtrage ne crée pas de composés dangereux pour l'environnement et, après utilisation, le filtre peut être traité par compostage et aucun déchet supplémentaire ne sera généré. Les niveaux d'ammoniac et d'odeur après traitement sont respectivement <1  $\text{mg}/\text{m}^3$  et 1000 à 6000 ou  $\text{E}/\text{m}^3$  (90 % de réduction).

Les Tableaux 4.54 et 4.55 représentent respectivement l'efficacité des biofiltres appliqués aux traitements biomécaniques.

Paramètres	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Efficacité (%)	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Efficacité (%)	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Efficacité (%)
------------	--	----------------	--	----------------	--	----------------

	min - max	min - max	min - max	min - max	min - max	min - max
Acétaldéhyde	2100 à 2500	78 à 89	46 à 740	89 à 96	4 900 à 6 100	99
n-Butylacétate	150 à 425	97 à 99	30 à 120	83 à 96	170 à 980	73 à 99
Ethylbenzène	250 à 310	12 à 42	60 à 190	27 à 61	250 à 740	16 à 43
2-Ethyltoluène	180 à 220	33 à 41	25 à 105	14 à 89	80 à 270	25 à 55
3,4-Ethyltoluène	480 à 640	23 à 45	70 à 260	38 à 96	230 à 1000	48 à 77
Limonane	1700 à 4300	29 à 40	810 à 2200	94 à 98	1300 à 3700	30 à 63
Toluène	490 à 550	16 à 39	130 à 280		460 à 1000	7 à 36
m/p-Xylène	850 à 1400	9 à 42	280 à 620	30 à 71	720 à 2000	19 à 45
o-Xylène	260 à 290	23 à 41	60 à 150	7 à 63	160 à 650	20 à 45
Acétone	2450 à 2900	99 à 100	1200 à 2800	99 à 100	4700 à 8200	93 à 97
2-Butanone	960 à 2800	99 à 100	80 à 770	94 à 99	370 à 11000	95 à 100
Ethanol	5200 à 5300	100	88 à 750	94 à 99	14000 à 18000	100
ot-Pinène	370 à 700	8 à 44	280 à 790	53 à 83	560 à 930	5 à 39
P-Pinène	330 à 800	12 à 44	120 à 300	53 à 81	230 à 490	38 à 49

**Tableau 4.54 : Plages de concentration pour certains paramètres de l'air d'échappement des traitements biomécaniques montrant l'efficacité de la rétention du biofiltre pour ces composés**

[132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

Les procédés d'épuration du gaz d'échappement biologiques peuvent réduire la teneur en air d'échappement/gaz d'échappement des installations de traitement des déchets municipaux uniquement dans une mesure limitée (en général teneur en composés organiques volatils non méthaniques de plus de 300 g/t de déchets). Le Tableau 4.55 représente certains résultats de mesure à partir de biofiltres bien entretenus avec des humidificateurs d'air en amont.

Composés de l'air d'échappement	Efficacité de la séparation (%)		
	Installation A	Installation B	Installation C
Acétaldéhyde	-18 à -99	99	99
n-Butylacétate	83 à 96	73 à 99	97 à 99
Camphre	60 à 88	60 à 90	88 à 91
Dichlorométhane	-53 à -80	-300 à -33	43 à 62
Diméthylsulfure	44 à 78	-55 à -89	10 à 31
2-Hexanone	80 à 80	-	80 à 82
Naphthalène	50 à 75	38 à 93	58 à 82
Phénol	-25 à 79	75 à 88	47 à 94
1,4-Dichlorobenzène	0 à 73	-1900 à -89	-130 à -13
Ethylbenzène	27 à 61	16 à 43	12 à 42
2-Ethyl toluène	14 à 89	25 à 55	33 à 41
3/4-Ethyl toluène	38 à 96	45 à 77	23 à 45
Limonène	94 à 98	30 à 63	29 à 40
Styrène	64 à 89	44 à 66	21 à 50
Toluène	29 à 50	7 à 36	16 à 39
m/p-Xylène	30 à 71	19 à 45	9 à 42
o-Xylène	7 à 63	20 à 45	23 à 41



Acétone	99 à 100	93 à 97	94 à 97
2-Butanone	94 à 99	95 à 100	99 à 100
Ethanol	94 à 99	100	100
Ethylacétate	74 à 93	82	97 à 99
ot-Pinène	59 à 83	5 à 39	8 à 44
P-Pinène	53 à 81	38 à 49	12 à 44
Benzène	0 à 17	-	0 à 20
Trichloréthène	-108 à -3	67 à 90	20 à 46

Les combinaisons d'humidificateurs d'air et de biofiltres peuvent fournir une puissance d'épuration variable pour des substances organiques des premiers et second groupes

**Tableau 4.55 : Efficacité de séparation des composés organiques dans le biofiltre**  
[132, UBA, 2003]

Le Tableau 4.56 récapitule les résultats de mesure actuels du biofiltre d'une installation de traitement de bombes aérosol. Il est à noter que d'autres parties de l'air d'échappement du procédé de traitement sont traitées par une installation d'incinération à haute température interne.

Composant	Concentration moyenne du gaz brut	Concentration moyenne du gaz nettoyé
Total carbone (FID)	206	49
CHC/CFC	9,69	8,17
Benzène	1,07	0,35
Composés aromatiques	35,4	8,07
Ester, alcools	80,8	0,57

Résultats de 2003 et données exprimées en mg/m<sup>3</sup>

**Tableau 4.56 : Gaz brut et gaz traité par un biofiltre dans une installation de traitement des bombes aérosol**

[157, UBA, 2004]

### Effets multimiliieux

En général, augmentation des émissions de N<sub>2</sub>O et de NO. Toutefois, on a démontré que l'utilisation d'un laveur pour acide en vue d'éliminer l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) avant la biofiltration peut réduire les émissions potentielles de N<sub>2</sub>O et NO. Le méthane n'est ni biodégradable ni produit par le biofiltre. Des terpènes sont produits par le biofiltre lui-même et proviennent de la dégradation de tous matériaux bois dans le milieu biofiltrant. Certaines références se demandent si les biofiltres diminuent réellement les COV car elles avancent que les COV sont en fait produits par le biofiltre lui-même.

Les degrés de décomposition des biofiltres étudiés dans les installations de traitement biomécanique pour composés isolés ne sont pas aussi élevés que pour plusieurs applications spéciales dans l'industrie (80 % ou >90 %). Pour les COT non-méthaniques (NMTOC) ils obtiennent en moyenne un taux d'efficacité de seulement 40 à 70 %. Pour le méthane, l'efficacité est proche de 0 %. L'efficacité de la décomposition pour les composés isolés du gaz d'échappement d'installations de traitement biomécanique donne de bonnes valeurs pour les composés organiques volatils non méthaniques (par ex. acétone, acétaldéhyde, limonène et éthanol), des valeurs modérées pour les BTEX et pas de réduction pour les CFC.

Les efficacités de dégradation en partie faibles pour NH<sub>3</sub>, également avec une inhibition potentielle de la décomposition du carbone, peuvent être améliorées par l'utilisation de laveurs pour acides (par ex. l'acide sulfurique pour l'absorption d'ammoniac) au lieu de laveurs neutres. Les émissions de NH<sub>3</sub> seront

minimisées non seulement parce qu'elles sont odorantes, mais également parce que, dans le biofiltre, les relations C/N de l'air d'échappement issu des traitements biomécaniques peuvent entraîner la formation de NO et de N<sub>2</sub>O.

### Données opérationnelles

Les biofiltres ont en général une épaisseur de un mètre de matière poreuse. La matière utilisée dans le biofiltre est souvent un mélange de compost vert, en général monté sur une certaine structure. Ces systèmes sont très faciles à construire et à entretenir. Pour obtenir de bonnes performances du biofiltre, il faut contrôler la porosité élevée (80 à 90 %), l'humidité (60 à 70 %), le pH, la température et le délai de contact entre les éléments nutritifs. L'humidité du biofiltre peut être maintenue avec un système d'eau spécial ou en humidifiant le gaz à purifier avant qu'il ne traverse le biofiltre.

L'élimination des composés organiques volatils non méthaniques dans les biofiltres dépend fortement de la température (par ex. des conditions atmosphériques), qui peuvent réduire l'efficacité du biofiltre.

Dans certains cas, les matériaux utilisés pour le milieu du biofiltre peuvent ne pas pouvoir satisfaire pleinement les demandes pour la totalité des éléments nutritifs essentiels des microorganismes du biofiltre au-delà d'un certain délai. Dans ce cas, l'apport d'éléments nutritifs supplémentaires peut augmenter de manière significative l'efficacité du biofiltre.

La chute de pression est inférieure à 50 mm de H<sub>2</sub>O. La charge en surface par surface unitaire des biofiltres ne doit pas dépasser environ 80 Nm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x h.

Certains problèmes à envisager :

- l'arrivée d'air doit avoir une humidité relative supérieure à 90 % (ceci peut exiger l'utilisation d'un humidificateur)
- les particules doivent être éliminées
- les gaz chauds peuvent avoir à être refroidis plus près de la température d'activité optimale des micro-organismes aérobie, en général 25 à 35 °C et il faut prendre en compte une augmentation potentielle de température sur le lit de jusqu'à 20 °C
- les principaux paramètres d'exploitation, tels que la température des effluents gazeux et la contre-pression doivent être vérifiés quotidiennement
- la teneur en humidité des filtres doit être surveillée régulièrement.
- une alarme de basse température doit être installée pour avertir du gel qui peut endommager le filtre et affecter la croissance des microbes
- le milieu de garniture doit être soutenu pour permettre un débit d'air rapide, régulier sans aucune chute de pression
- le milieu doit être retiré lorsqu'il commence à se désintégrer affectant par là même le débit d'air (l'écorce de bois est, par exemple, moins résistante que la bruyère)
- le choix du fluide et du système de support affecte les exigences d'alimentation pour maintenir le débit d'air, la puissance nécessaire pour surmonter la résistance du lit représentant le coût opérationnel le plus important
- il convient de faire attention à l'effet de la perte de biomasse due à l'introduction de composés toxiques et il faut prévoir une procédure de secours pour un tel événement.

Même dans le cas d'optimisations (les combinaisons avec les bio-laveurs au lieu de laveurs à l'eau) il n'est pas possible d'obtenir en permanence une émission faible et fiable. Pour les émissions odorantes, on peut obtenir une forte réduction (l'odeur innée du filtre étant la seule à rester) si un conditionnement approprié de l'air d'échappement est mis en œuvre.

Dans le cas de l'épuration des fumées à partir de la digestion aérobie du digestat généré dans les traitements anaérobie, la concentration d'ammoniac est relativement élevée ( $>30 \text{ mg/Nm}^3$ ) ; il est alors nécessaire de pré-traiter chimiquement les effluents gazeux avant qu'ils ne soient guidés vers le biofiltre.

### Applicabilité

Les biofiltres sont appliqués pour des volumes importants de flux de gaz d'échappement qui transportent de faibles charges organiques dans les gaz d'échappement particuliers mais qui ont des odeurs puissantes. Les concentrations des composants traités doivent être relativement stables pour obtenir de bonnes performances. Des lits biologiques ont été installés sur des sites de traitement des déchets afin de réduire les émissions odorantes. Applicable à tous les types de station d'épuration des eaux résiduaires.

Des biofiltres sont utilisés pour le traitement des gaz d'échappement dans des installations de traitement de bombes aérosol, de séchage par distillation thermique des boues d'épuration, dans des installations de traitement biomécanique (MBT) et dans des usines de traitement physico-chimiques. Dans le cas des usines de traitement physico-chimiques, les biofiltres sont utilisés pour l'adsorption de composants volatils sur une matière de compost et pour la décomposition biologique des composants adsorbés par les micro-organismes dans la matière de compost. Si le biofiltre risque de se dessécher, l'air d'échappement qui doit être nettoyé doit être humidifié.

Les biofiltres sont adaptés uniquement à des flux de gaz d'échappement faiblement pollués ; par conséquent, ils sont réservés à l'épuration des flux d'air d'échappement du hall. Le nettoyage des effluents gazeux par des biofiltres ou le nettoyage biologique généré dans les installations de digestion anaérobie s'est avéré une option précieuse.

### Aspects économiques

La biofiltration et le biolavage ont des frais d'exploitation inférieurs à de nombreuses autres technologies de contrôle de la pollution de l'air pour le traitement de faibles concentrations de polluants organiques biodégradables. Dans ces deux technologies, ce sont les biolaveurs qui ont les frais d'entretien les plus importants. On considère que des débits de gaz de traitement supérieurs à  $1\,500 \text{ Nm}^3/\text{h}$  sont rentables. Les frais d'investissement sont de 550 000 € pour un biofiltre appliqué au traitement des odeurs des stations d'épuration des eaux résiduaires d'un débit de  $1\,800 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

Caractéristiques	Valeur
Plage de débits en entrée ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ )	$<100\,000$
Concentration de COV en entrée ( $\text{g/Nm}^3$ )	$<1$
Rendement (%)	$<90\%$
Besoin de dépoussiérage préliminaire	non
Risques	Destruction des microorganismes
Résidus	Oui
Consommation (par tonne produite de combustibles issus de déchets)	
Electricité (kWh)	15
Combustible/gaz (kWh)	-
Combustible alternatif ou biogaz	
Réactif (kg)	Ecorces
Coûts	
Dépenses d'investissement (capacité h/t)	10 à 20
Frais d'exploitation (€/t produite de combustible issus de déchets)	$<1$
Frais d'entretien (€/t produite de combustibles)	$<0,25$

issus de déchets )	
--------------------	--

**Tableau 4.57 : Consommations et coûts des biofiltres**

[122, Eucopro, 2003]

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Réduction des émissions de COV. Les gouvernements allemand et autrichien ont défini des valeurs limites pour les installations de traitement biomécanique pour les émissions d'odeur de 500 GE/Nm<sup>3</sup> et pour les COV (Autriche : 100 g/t de déchets traités, Allemagne : 55 g/t, de déchets traités. Par ailleurs, ces systèmes ne peuvent atteindre les valeurs de limite d'émission de COT demandées par certaines normes allemandes (par ex. moins de 55g de COT par tonne d'intrant de traitement biomécanique et une concentration de COT inférieure à 20 mg/Nm<sup>3</sup>).

**Installations type**

Largement utilisée dans le secteur. Appliquée à l'épuration des fumées issues d'installations de traitement biologique et du traitement physico-chimique des eaux résiduaires et de l'immobilisation. Elle est également souvent utilisée dans d'autres secteurs industriels tels que les industries chimiques, du fer et de l'acier et agroalimentaires et dans des stations d'épuration. De nombreux exemples d'utilisation de biofiltres existent dans l'Union européenne.

**Références bibliographiques**

[52, Ecodeco, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [66, TWG, 2003], [81, VDI et Dechema, 2002], [121, Schmidt et Institute for environmental et waste management, 2002], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [132, UBA, 2003], [135, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [157, UBA, 2004]

**4.6.11 Lavage****Description**

On utilise en général le terme de "laveur" pour désigner les techniques d'absorption. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- mettre en place un système d'épurateur-laveur pour les principaux rejets gazeux inorganiques (comme par ex. Cl<sub>2</sub>, ClCN, HCl, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>), les composés organiques (comme par ex. COV) et les odeurs venant d'opérations traitant certains types de déchets (contenant ces composés volatils), qui ont un rejet isolé pour les émissions procédé. En cas d'émissions fortement variables, l'installation d'un second épurateur-laveur pour certains systèmes de prétraitement peut être une solution si le rejet est incompatible ou trop concentré pour les épurateurs à vapeurs principaux.
- utiliser et entretenir correctement l'équipement de réduction, notamment la manutention et l'élimination du fluide usagé de l'épurateur-laveur.

Souvent, les pulvérisations d'eau sont utilisées pour contrôler les émissions de particules. L'ajout de produits chimiques de contrôle des poussières tels que des polymères ou des éléments acryliques à l'eau, permet d'augmenter l'efficacité de la pulvérisation.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit les émissions dans l'air des COV, des acides, de l'ammoniac, des particules, etc. Augmente le rendement de l'adsorption des polluants grâce au contact particules-gaz (particulièrement pertinent pour l'élimination des gaz acides par des particules alcalines injectées au niveau de l'épurateur-laveur, le cas échéant).

**Effets multimilieux**

Cette technique génère des effluents liquides et des boues d'épuration qui doivent ensuite être traitées.

Les épurateurs-laveurs humides génèrent des panaches de vapeur. Les rejets des mises à l'atmosphère du séparateur humide doivent être suffisamment chauds pour éviter la formation de panache visible à proximité de la mise à l'atmosphère. Ceci évite la condensation ou l'adsorption de substances nocives pour l'environnement en condensant la vapeur d'eau. Les gaz d'échappement venant d'un séparateur humide peuvent être chauffés en utilisant une chaleur résiduelle en vue d'augmenter la température des gaz d'échappement et d'éviter la condensation immédiate à la sortie de l'évent. Cette procédure aide également à assurer la poussée thermique du panache.

**Données opérationnelles**

En général, un niveau de surveillance de l'air sera mis en œuvre, soit au niveau du rejet de l'épurateur-laveur soit aux limites du site. En général, la surveillance des gaz en sortie des systèmes de filtre/systèmes d'épurateur-laveur est spasmodique. On suppose que les systèmes de réduction sont adaptés et réduisent l'émission à un rejet de fond acceptable. Les points de déversement peuvent être surveillés sur une base trimestrielle ou mensuelle pour les gaz acides qui doivent être collectés.

Il faut disposer d'une alimentation en eau et d'installations d'élimination des effluents. Les dispositions de surveillance couvrent les éléments suivants :

- pH, débit et niveau de liqueurs de l'épurateur-laveur et chute de pression de l'épurateur-laveur
- surveillance des chutes de pression avec alarmes
- surveillance périodique des concentrations en sortie dans différentes conditions d'exploitation.

Un programme doit également prévoir un remplacement régulier de l'absorbant dans les unités d'absorption.

**Applicabilité**

Adapté à des débits élevés, de faibles concentrations (par ex. 1 à 200 mg/Nm<sup>3</sup> COV), des flux de gaz à basse température et à des polluants réactifs sur le plan chimique (ou solubles dans le cas des contaminants de COV).

Ces techniques s'appliquent en général aux émissions de source ponctuelle liées aux produits qui sont issus de la collecte de gaz à partir d'une cuve ou d'une aire et qui sont transmises par réduction ou directement dans une cheminée ou une mise à l'atmosphère. Cette technique peut être utilisée pour les traitements des fumées générées durant le chargement des réservoirs de stockage.

Les laveurs en milieu acide sont utilisés pour capturer les émissions d'ammoniac libéré durant le traitement acide lors du re-raffinage des huiles usagées. Les épurateurs-laveurs d'huiles minérales sont également utilisés pour piéger les COV et les odeurs dans les installations de traitement des huiles usagées.

L'hypochlorite ou le peroxyde d'hydrogène peuvent être utilisés pour le lavage au cyanure et le contrôle des odeurs. Un système à deux étages peut être utilisé, par exemple des laveurs basiques ou oxydants en série. Une alimentation en eau et des installations d'élimination des effluents doivent être disponibles pour faire fonctionner ces systèmes. Un programme doit également prévoir le remplacement régulier des absorbants dans les unités d'absorption.

On peut utiliser du permanganate de potassium alcalin ou de l'hypochlorite en qualité d'oxydants pour le traitement des composés cyanurés.

### Aspects économiques

Le Tableau 4.58 ci-dessous récapitule les frais d'épuration-lavage pour les contrôles d'émissions de sources étendues appliqués à l'excavation et à l'élimination.

Technique de contrôle des émissions	Coût du matériau (USD/m <sup>2</sup> )	Commentaires
Pulvérisation d'eau	0,001 (varie)	Avec comme hypothèse un coût de l'eau municipale de 1 \$US /1 000 litres. L'eau nécessite une constante réapplication. Location du camion d'eau : 500 \$US/semaine.
Additifs : Surfactant Sel hygroBitume/adhésifs	0,65 2,58 0,02	Le coût varie en fonction de l'utilisation de produits chimiques

**Tableau 4.58 : Résumé des coûts pour les contrôles d'émissions pour les sources étendues appliquées à l'excavation et à l'enlèvement**  
**Références bibliographiques [30, Hogg et al., 1997]**

### Installations type

Une utilisation fréquente est le traitement de l'air extrait d'une cuve de réacteur avec une liqueur d'épurateur-laveur, en général, une solution caustique. Le procédé est largement appliqué dans les usines de traitement physico-chimiques (par ex. lavage humide). Utilisé en qualité de prétraitement, par ex. avant les biofiltres, pour le traitement des gaz d'échappement des installations de traitement biologique.

Les procédés de prétraitement susceptibles de libérer des gaz toxiques tendent à avoir leurs propres systèmes de lavage, la mise à l'atmosphère du laveur allant dans le système d'échappement principal du site et les liqueurs aqueuses étant traités dans l'installation.

L'ensemble des systèmes d'oxydation vus au Royaume-Uni ont leur propres systèmes de lavage locaux et les résidus issus de l'oxydation et des solutions du laveur sont traités dans l'installation principale. Lorsque l'installation a un système d'échappement global pour l'ensemble du site, l'échappement pour les laveurs à oxydation traverse, en règle générale, le système de lavage d'échappement principal de l'installation avant d'être rejeté à l'air.

L'épuration-lavage caustique est employée pour retirer le sulfure d'hydrogène dans les installations traitant des huiles usagées.

### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [42, UK, 1995], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.6.12 Lavage chimique

### Description

Le traitement des gaz d'échappement chimiques peut être un lavage à une ou plusieurs étapes avec des laveurs chimiques. Jusqu'à aujourd'hui, les installations de ce type ont été produites, par exemple, sous forme de nettoyeurs de matériaux support à une ou plusieurs étapes avec des valeurs de pH contrôlées à chaque étape ou avec l'ajout d'oxydants.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

Les épurateurs-laveurs de ce type sont bien adaptés pour l'élimination des composants isolés (par ex. ammoniac).

**Effets multimiliieux**

Cet épurateur-laveur est nécessaire pour réduire les composés N avant le traitement suivant. En raison des fortes concentrations de gaz brut générées, notamment avec des traitements de recirculation, les épurateurs-laveurs d'air d'échappement à phases multiples (acide-basique) ou les laveurs à l'H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> peuvent réduire uniquement la concentration de certains composants (par ex. COV).

**Applicabilité**

La combinaison de laveurs en solution acide et du traitement de gaz d'échappement à régénération thermique est une technique de pointe utilisée dans les installations de traitement biologique (MBT). L'air d'échappement traité est rejeté par une cheminée.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

On signale que ces systèmes seuls ne permettent pas d'obtenir les concentrations de gaz lavé exigées par les réglementations allemandes.

**Installations type**

Aujourd'hui, aucune information n'est disponible sur son utilisation en qualité d'étape de traitement indépendante dans les installations de traitement biologique (MBT). Toutes les informations données dans cette section correspondent à des expériences dans d'autres types d'installations.

**Références bibliographiques**

[132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 4.6.13 Procédés avec faible oxydation

**Description**

Les procédés aux ultraviolets et avec ionisation figurent parmi les procédés à faible oxydation fréquemment utilisés. Ils s'appuient sur le principe suivant : parfois l'adsorption d'un seul radical O ou OH peut réduire de manière significative les propriétés odorantes d'une substance.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

L'effet de procédés à faible oxydation est très spécifique aux groupes de substances et peut être gêné considérablement par la présence de certains gaz nocifs (par ex. formation d'amines en présence d'ammoniac).

**Effets multimiliieux**

Toutefois, ce traitement n'entraîne pas une décomposition significative du carbone lié organiquement. Conformément aux expériences actuelles, il n'y a fréquemment qu'une oxydation partielle et aucune rupture de l'anneau d'hydrocarbures aromatiques. Le styrole peut être polymérisé. Le méthane n'est que légèrement réduit.

**Données opérationnelles**

La demande spécifique en énergie est en général inférieure à 1 kW/1000 Nm<sup>3</sup> d'air.

**Applicabilité**

Ces procédés sont fréquemment utilisés pour neutraliser les odeurs dans différents secteurs.



### Installations type

Utilisé dans les installations de traitement biologique ; toutefois, aucune expérience opérationnelle n'est disponible.

### Référence bibliographique

[132, UBA, 2003]

## 4.6.14 Incinération

### Description

Dans la décontamination de l'air d'échappement thermique, l'air d'échappement est traité dans une chambre de combustion à des températures pouvant atteindre 850°C et pour un temps de séjour minimum d'au moins 2 secondes. Dans ce laps de temps, les substances nocives seront totalement oxydées et le gaz nettoyé peut être relâché dans l'air.

Dans les installations de traitement biologique, l'incinération peut être différenciée en post-combustion, avec ou sans récupération de chaleur. Tout comme avec la post-combustion thermique, les hydrates de carbone sont oxydés dans une chambre de combustion en dioxyde de carbone et en eau.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Utilisé pour le contrôle des COV et fera appel, en règle générale, à l'ajout de combustible supplémentaire pour étayer le processus de combustion. Lorsque la chaleur résiduelle générée est nécessaire ailleurs sur le site, l'opérateur peut compenser le coût du combustible supplémentaire. Cette technique permet d'obtenir des valeurs de COV inférieures à 50 g par tonne de déchets.

Dans les installations de traitement biologique, en utilisant des échangeurs de chaleur spéciaux, on peut obtenir une récupération de chaleur de qualité supérieure de jusqu'à 98 %. Ces valeurs élevées de récupération s'appuient sur l'utilisation d'échangeurs de chaleur, céramiques spéciaux qui combinent de manière idéale une masse élevée et une surface importante.

### Données opérationnelles

Implique en général, l'ajout de combustible supplémentaire pour appuyer le processus de combustion. Le débit est de 1 500 Nm<sup>3</sup>/h et la température de fonctionnement de 1 050 à 1 200 °C. La spécification de 850 °C avec un temps de séjour de 2 secondes peut être justifiée dans le cas de l'incinération de déchets lorsqu'une installation de traitement des effluents gazeux complète réussit à effectuer l'élimination totale des contaminants résiduels. Les conditions de combustion sont plus extrêmes (par ex. 1 100 °C avec 2 secondes de temps de séjour) pour détruire complètement certains composants odorants et COV ainsi que pour détruire les dioxines et les précurseurs de dioxines.

Le Tableau 4.59 présente les besoins en énergie pour l'incinération de différentes concentrations d'hydrocarbures dans le gaz.

Paramètre				
Concentrations d'hydrocarbures dans le gaz (g/Nm <sup>3</sup> )	0,5	1,5	3	6
Incinération	9	8	6.2	3.2
Energie de chauffage en kWh nécessaire pour le traitement de 100 Nm <sup>3</sup> /h de gaz contaminé avec des COV. Les débits qui ont été traités vont de 500 Nm <sup>3</sup> /h à 11 000 Nm <sup>3</sup> /h				

**Tableau 4.59 : Besoins en énergie pour l'incinération de différentes concentrations hydrocarburées dans le gaz**

[30, Eklund et al., 1997]

### Applicabilité

Il n'y a pas de limites d'application.

### Aspects économiques

Les deux tableaux suivants (Tableau 4.48 et Tableau 4.49) représentent des données de coût pour l'adsorption.

Traitement	Plage de débit en entrée (m <sup>3</sup> /heure)	Coût d'immobilisation (USD)
Incinération	110	13 000 <sup>1</sup>
	160	25 000 <sup>1</sup>
	915	44 000 <sup>1</sup>
Moteur à combustion interne	96	62 000
	160	50 000
<sup>1</sup> Le coût comporte la soufflante, les vannes d'échantillonnage et les commandes. Les systèmes de récupération de chaleur ne sont pas inclus		

**Tableau 4.60 : Dépenses d'infrastructures pour contrôler les émissions de COV à partir des systèmes d'extraction SVE (Soil Venting Extraction)**

[30, Eklund et al., 1997]

Dépenses d'infrastructure	Dépenses
30 000	3 000
Incinération de 2,5 kg de mazout /heure à 0,13p de GBP/litre Capacité : 10 000 t/an Types d'huile : huiles de lubrification usagées Fonctionnement du procédé : En discontinu Débit de gaz résiduaire : 0 à 50 Nm <sup>3</sup> /h Ancienneté de l'installation: 10 ans Ancienneté de l'équipement de contrôle de pollution : 2 ans	

**Tableau 4.61 : Coût du contrôle des rejets à l'air à partir d'une installation de recyclage d'huile typique utilisant l'incinération**

[42, UK, 1995]

Pour les installations de traitement biologique, la rentabilité de fonctionnement est déterminée par le débit volumique à traiter et par les concentrations de polluants. Les conditions idéales sont un fonctionnement autotherme où la quantité d'énergie libérée par la combustion des polluants correspond exactement à la demande en énergie pour maintenir la température de combustion. L'énergie de chauffage nécessaire peut, dans ce cas, être totalement obtenue à partir de la combustion des hydrates de carbone. Cette demande en énergie dépend directement du degré de récupération de chaleur. Les concentrations de polluants sont faibles, une alimentation en chaleur est donc nécessaire, ce qui se traduit par des frais d'exploitation élevés.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Directive sur l'Incinération des déchets (2000/76/EC).

### Installations type

Au moins deux installations de traitement des huiles usagées font appel à un tel système. Utilisé dans les installations de traitement biologique.

### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [42, UK, 1995], [66, TWG, 2003], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.6.15 Combustion combinée

### Description

Dans certaines installations avec combustion, il est possible d'injecter de l'air pollué collecté dans les ateliers, directement dans les circuits d'air secondaires du brûleur ou dans l'air primaire qui va dans le brûleur. Ceci peut nécessiter une adaptation spécifique du procédé de combustion (modification de l'épuration du gaz et stabilité de combustion).

### Avantages obtenus pour l'environnement

- synergie avec des installations de combustion existantes
- permet une récupération d'énergie à partir de la combustion des COV dans la combustion.

Le Tableau 4.62 présente les données sur l'élimination des **COV** en utilisant la combustion combinée.

Caractéristiques	Valeur
Plage de débit en entrée (Nm <sup>3</sup> /h)	<50 000
Concentration de COV en entrée (g/Nm <sup>3</sup> )	~3 <limite d'explosibilité des composés
Concentration de COV en sortie (mg/Nm <sup>3</sup> )	10 à 50
Besoin de dépoussiérage préliminaire	non
Résidus	non
Consommation (par tonne de combustible issu de déchets produite)	
Electricité (kWh)	*
Combustible/gaz (kWh)	*
Coûts	
Coûts d'investissement (€/capacité t)	*
Frais d'exploitation (€/t combustible issu de déchets produite)	*
Frais d'entretien (€/t combustible issu de déchets produite)	*
* varie au cas par cas	

**Tableau 4.62 : Elimination des COV en utilisant la combustion combinée**

[122, Eucopro, 2003]

**Effets multimilieux**

- n'est pas disponible pendant l'entretien du brûleur
- une instrumentation spécifique et des vannes doivent être installées pour éviter un « effet de domino » entre chaque procédé
- des fluctuations de qualité ou de quantité des COV peuvent être à l'origine de perturbations du système de combustion.

**Applicabilité**

Nécessité d'une dilution antérieure avec l'air lorsqu'il y a un risque de concentration explosive.

**Aspects économiques**

Les coûts d'adaptation peuvent être élevés. L'opérateur peut compenser le coût du combustible supplémentaire lorsque la chaleur résiduelle qui y est générée est nécessaire ailleurs sur le site.

**Agent moteur pour la mise en œuvre**

Directive sur l'Incinération des déchets (2000/76/EC).

**Installations type**

Utilisé pour la préparation des combustibles issus de déchets et pour le lavage des huiles usagées.

**Références bibliographiques**

[30, Eklund et al., 1997], [42, UK, 1995], [66, TWG, 2003], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

**4.6.16 Combustion catalytique****Description**

L'air pollué est brûlé mais, avec cette technique, la température de combustion est abaissée par le biais de l'utilisation d'un catalyseur. Le catalyseur permet la même efficacité de destruction des COV à une température inférieure.

Dans les installations de traitement biologique, la combustion catalytique peut être utilisée pour éliminer les COT des gaz d'échappement. Les polluants sont oxydés à des températures situées entre 200 et 500 °C en utilisant des catalyseurs à métaux nobles ou oxydes de métal.

**Avantages obtenus pour l'environnement**

- faible consommation de combustible
- destruction complète des COV
- plages d'efficacité de 95 à 99,9 %
- possibilité d'atteindre des concentrations en sortie de 5 à 50 mg C/Nm<sup>3</sup>. La plage réelle dépend du type de produit et de la concentration en entrée.

Le Tableau 4.63 présente des données sur l'élimination des **COV** en utilisant la combustion combinée.

Caractéristiques	Valeur
Plage de débit en entrée (Nm <sup>3</sup> /h)	20 000 à 50 000
Concentration de COV en entrée (g/Nm <sup>3</sup> )	1 à 3
Concentration de COV en sortie (mg/Nm <sup>3</sup> )	10 à 50
Besoin de dépoussiérage préliminaire	Oui

Risques	Empoisonnement de catalyseur
Résidus	non
Consommation (combustible issu de déchets produit par tonne)	
Electricité (kWh)	25 à 75
Combustible/gaz (kWh)	70 à 140
Réactif (kg)	Catalyseur
Coûts	
Coûts d'investissement (€/t capacité)	20 à 30
Frais d'exploitation (€/t combustible issu de déchets produite)	1 à 3
Electricité Combustible/gaz	1 à 2
Frais d'entretien (€/t combustible issu de déchets produite)	<1

**Tableau 4.63 : Elimination des COV en utilisant la combustion catalytique**

[122, Eucopro, 2003]

Dans les installations de traitement biologique, on peut atteindre des efficacités d'épuration de jusqu'à 99 %.

#### Effets multimiliex

Le catalyseur est sensible à certains produits (par ex. composés métalliques et organiques) et leur accumulation peut progressivement réduire son efficacité.

Dans des installations de traitement biologique, on trouve parmi les substances disruptives des toxines catalytiques telles que des composés organométalliques, des composés organo-siliciques et des composés d'arsenic. Le traitement des composés halogénés, des composés du soufre organique et des composés d'azote organique n'est possible que dans une mesure limitée. Le méthane ne peut être réduit catalytiquement en CO<sub>2</sub> que dans certaines conditions. Des températures élevées, supérieures à 600 °C, sont nécessaires pour l'oxydation catalytique du méthane. L'utilisation d'énergie d'un traitement thermique sans récupération thermique est très élevée. L'oxydation catalytique-thermique dans un traitement biologique (MBT) est, par conséquent, remise en question tant du point de vue économique que du point de vue de l'environnement.

#### Données opérationnelles

- dans certains cas, besoin d'un prétraitement du gaz (par ex. précipiteur électrostatique, filtres à manches et épurateurs-laveurs de gaz)
- nécessité d'une dilution antérieure avec l'air lorsque des concentrations explosives sont atteintes
- la consommation d'énergie est inférieure à celle nécessaire pour l'incinération.

Le Tableau 4.64 représente les besoins en énergie de la combustion catalytique pour différentes concentrations d'hydrocarbures dans le gaz.

Paramètre				
Concentration d'hydrocarbures dans le gaz (g/Nm <sup>3</sup> )	0,5	1,5	3	6
Combustion catalytique	2	1,2	0	0
Energie de chauffage en kWh nécessaire pour le traitement de 100 Nm <sup>3</sup> /h de gaz contaminé avec des				

COV. Les débits traités vont de 500 Nm <sup>3</sup> /h à 11 000 Nm <sup>3</sup> /h
--

**Tableau 4.64 : Besoins en énergie pour la combustion catalytique de différentes concentrations d'hydrocarbures dans le gaz**

[122, Eucopro, 2003]

Dans les installations de traitement biologique, la durée utile de ces catalyseurs peut être supérieure à 30 000 heures d'exploitation en fonction de la température d'exploitation et des substances perturbatrices présentes dans le gaz de procédé.

### Applicabilité

Avec le nombre de facteurs qui interfèrent, l'application de l'oxydation catalytique dans les installations de traitement biologique semble problématique. Par ailleurs, on ne dispose pas aujourd'hui d'expérience opérationnelle avec des installations de traitement biologique (MBT).

### Aspects économiques

Le coût d'investissement est relativement élevé. Le Tableau 4.65 présente les Dépenses d'infrastructure pour le contrôle des émissions de COV à partir de systèmes d'extraction SVE (Soil Venting Extraction).

Traitement	Plage de débits en entrée (m3/heure)	Coût d'immobilisation (USD)
Moteur à combustion interne	96	62 000
	160	50 000
Oxydation catalytique	160	25 000 <sup>a</sup>
	320	31 000 à 69 000 <sup>a</sup>
	800	44 000 –86 000 <sup>a</sup>
	1 600	77 000 <sup>b</sup>
	8 000	140 000
<sup>a</sup> Comporte des brûleurs, soufflantes, des pare-flamme, des jauges, des filtres, des orifices, des commandes et le montage sur plate-forme <sup>b</sup> Système de dilution disponible pour 22 000 \$ US supplémentaires.		

**Tableau 4.65 : Dépenses d'infrastructure pour le contrôle des émissions de COV à partir de systèmes d'extraction SVE (Soil Venting Extraction)**

[30, Eklund et al., 1997]

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Directive sur l'incinération des déchets (2000/76/EC).

### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [42, UK, 1995], [66, TWG, 2003], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.6.17 Oxydant catalytique à régénération

##### Description

Les COV sont brûlés dans des chambres de combustion à une température située entre 750 et 950 °C. L'énergie produite par la combustion des COV est utilisée pour préchauffer l'air pollué sur le lit céramique avant la combustion. La température de combustion peut être adaptée en fonction de la concentration de COV. L'air de procédé pollué est chauffé à la température de réaction nécessaire par un système de chauffage, puis guidé sur un catalyseur combiné et un réacteur à lit d'accumulation de chaleur. Dans ce réacteur, l'air procédé est décomposé en CO<sub>2</sub> et eau. La chaleur venant de ce réacteur est ensuite guidée vers un second réacteur à lit combiné et y est accumulée. Une fois que ce lit d'accumulateur de réacteur a été chauffé, le flux d'air procédé est basculé de sorte qu'il pénètre dans le second réacteur. La chaleur venant du second réacteur est ensuite utilisée pour préchauffer l'air procédé, alors que l'oxydation des polluants intervient dans le premier réacteur. Pendant la suite du traitement, l'unité bascule alternativement entre les deux phases décrites ci-dessus.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

- taux de destruction de COV élevé (>99 %)
- réduction de l'utilisation de combustibles fossiles ou de combustibles issus de déchets (fort rendement énergétique)
- avec des concentrations élevées de COV (>3 g COT/Nm<sup>3</sup>), il est possible de fonctionner dans une zone autotherme. Ceci implique que l'énergie externe nécessaire pour soutenir la réaction est minime.

Le Tableau 4.66 présente les données d'élimination des **COV** en utilisant l'oxydation catalytique à régénération.

Caractéristique	Valeur
Plage de débits en entrée (N3/h)	20 000 à 80 000
Concentration de COV en entrée (g/Nm <sup>3</sup> )	2 à 4 avec pointes de jusqu'à 10
Concentration de COV en sortie (mg/Nm <sup>3</sup> )	15 à 50
Rendement (%)	>99 %
Besoin de dépoussiérage préliminaire	Oui
Risques	
Résidus	Non
Consommation (par tonne de combustible issu de déchets produite)	
Electricité (kWh)	10 à 50
Combustible/gaz (kWh)	50 à 200*
Combustible alternatif ou biogaz	Oui
Réactif (kg)	-
Coûts	
Coûts d'investissement (€/t capacité)	10 à 25
Frais d'exploitation (€/t combustible issu de déchets produite) Electricité Combustible/gaz	1 à 3 2 à 6
Frais d'entretien (€/t combustible issu de déchets produite)	<1



\* en fonction de la concentration en COV

**Tableau 4.66 : Elimination des COV en utilisant une oxydation catalytique avec régénération**  
[122, Eucopro, 2003]

### Effets multimilieux

Forte consommation d'énergie lorsque la concentration de COV est faible.

### Données opérationnelles

- accepte des fluctuations de concentrations de COV
- implique une dilution antérieure avec de l'air lorsqu'une concentration explosive peut être atteinte
- a besoin d'un dépoussiérage lorsque la concentration de poussière en entrée est supérieure à 20 mg/Nm<sup>3</sup>.

Le Tableau 4.67 présente les besoins en énergie de l'oxydation catalytique à régénération pour différentes concentrations d'hydrocarbures dans le gaz.

Paramètre				
Concentration d'hydrocarbures dans le gaz (g/Nm <sup>3</sup> )	0,5	1,5	3	<b>6</b>
Oxydation catalytique à régénération	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Energie de chauffage en kWh nécessaire pour le traitement de 100 Nm <sup>3</sup> /h de gaz contaminé avec des COV. Les débits qui ont été traités vont de 500 Nm <sup>3</sup> /h à 11 000 Nm <sup>3</sup> /h				

**Tableau 4.67 : Besoins en énergie avec une oxydation catalytique à régénération pour différentes concentrations d'hydrocarbures dans le gaz**

[122, Eucopro, 2003]

### Applicabilité

Conçu pour des concentrations de COV faibles à moyennes en raison de son faible coût en énergie.

### Aspects économiques

Frais d'exploitation réduits et investissement élevé.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Directive sur l'incinération des déchets (2000/76/EC).

### Références bibliographiques

[30, Eklund et al., 1997], [42, UK, 1995], [66, TWG, 2003], [86, TWG, 2003], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.6.18 Oxydant thermique à régénération

### Description

L'objectif d'un oxydant thermique à régénération est la récupération permanente et de qualité supérieure d'une partie importante de l'énergie thermique qui est nécessaire pour le chauffage du flux de gaz résiduaire aux températures d'oxydation nécessaires pour le traitement.

Cette énergie de chauffage est stockée dans des échangeurs de chaleur à écoulement continu. Ces échangeurs de chaleur se composent d'un matériau d'apport céramique ou d'échangeurs de chaleur à ailettes. Les performances du procédé de récupération sont exprimées par le degré de récupération thermique obtenu qui est défini comme suit :

$$\text{Performances} = 1 - \frac{T_{\text{gaz lavé}} - T_{\text{gaz brut}}}{T_{\text{Chambre de combustion}}}$$

$T = \text{Température}$

L'air d'échappement entrant est chauffé dans le lit de l'échangeur de chaleur « chaud ». En fonction de la capacité de stockage de chaleur, l'air est chauffé à une température à quelques degrés en dessous de la température de la chambre de combustion. L'oxydation intervient dans la chambre de combustion. Dans le cas de faibles concentrations en polluants dans l'air procédé, l'énergie manquante doit être amenée par des sources d'énergie primaires. Après le passage à travers la chambre de combustion, le gaz d'échappement, qui est désormais à la température de réaction, libère sa chaleur dans un lit d'échangeur de chaleur « froid ».

En raison de la forte demande en énergie pour chauffer le gaz d'échappement et de l'échange de chaleur optimal, la partie la plus importante de la chaleur stockée dans le lit de l'échangeur de chaleur « chaud » est dégagée dans le gaz d'échappement après environ 120 secondes. A l'inverse, le gaz d'échappement chaud chauffe le lit de l'échangeur de chaleur « froid ».

### Avantages obtenus pour l'environnement

Les taux de récupération de chaleur obtenus varient entre 90 et 98 % en fonction de la teneur en polluant du gaz d'échappement. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'avoir une alimentation supplémentaire en énergie. Pour les valeurs requises pour le gaz lavé, les systèmes actuellement disponibles sur le marché diffèrent au niveau de la méthode technique utilisée pour assurer les valeurs les plus basses de gaz de lavage. Ceci est nécessaire car au point d'inversement du flux, les résidus de gaz bruts peuvent polluer le gaz lavé. Avec des systèmes optimisés à cet égard il est possible d'obtenir des concentrations de gaz lavé inférieures à 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

### Données opérationnelles

Afin de maintenir un fonctionnement permanent, le sens du flux doit être contrôlé de manière à ce que le lit de l'échangeur de chaleur, lorsqu'il est chauffé à un moment donné, puisse être utilisé pour chauffer le gaz résiduaire. Ceci donne une alternance entre chauffage et refroidissement des lits respectifs des échangeurs de chaleur.

La quantité de produits chimiques liés par enthalpie aux polluants qui doivent être oxydés est également capitale. Le fonctionnement est autothermique si la somme de la chaleur stockée dans les lits de l'échangeur de chaleur et l'enthalpie de réaction libérée est suffisante pour maintenir la température nécessaire dans la chambre de combustion.

Si l'enthalpie liée aux polluants n'est pas suffisante pour atteindre la température d'oxydation, elle doit être obtenue et assurée par l'utilisation d'une alimentation en énergie externe. Pour ce faire, certains fournisseurs individuels installent des brûleurs contrôlés dans la chambre de combustion, d'autres enrichissent le gaz d'échappement avec des combustibles supplémentaires de sorte que le système puisse être maintenu dans des conditions autothermes. Dans ce cas, l'installation peut fonctionner sans flamme. Dans les installations optimisées en énergie, on peut atteindre une consommation d'énergie de 8 kWh de puissance calorifique par 1 000 Nm<sup>3</sup> de gaz résiduaire.

Pour la période de démarrage jusqu'à l'obtention de la température opérationnelle et pendant le fonctionnement avec de faibles concentrations de substances organiques (<2 g C/Nm<sup>3</sup>), il est nécessaire

d'avoir une alimentation d'énergie externe car il n'y a pas suffisamment d'énergie stockée dans les lits de l'échangeur de chaleur. Dans la phase de démarrage des systèmes sans flamme, le chauffage électrique est en général utilisé, sinon l'énergie de chaleur peut être amenée par des brûleurs au gaz naturel ou au gaz propane.

Pour le fonctionnement avec des combustibles issus de déchets tels que le gaz d'enfouissement ou le biogaz, il convient de tenir compte du fait que ces gaz peuvent être contaminés par des polluants. Ces gaz ne doivent pas être utilisés pour démarrer une opération qui n'a pas encore atteint les températures nécessaires dans la chambre de combustion. Ceci ne peut se faire qu'avec des combustibles classiques tels que le gaz naturel ou le gaz propane. Par ailleurs, on doit s'assurer dans la chaîne de sécurité qu'en cas d'interruption de service et de la diminution de température qui s'ensuit dans la chambre de combustion, l'alimentation en combustible issu de déchets est régulée et, par conséquent, toujours disponible.

### Applicabilité

Dans le contexte des projets de recherche et pour le fonctionnement de l'installation, les combinaisons de laveurs en milieu acide et d'oxydants thermiques à régénération se sont avérées précieuses. Cette combinaison de procédés a des avantages en termes de capacité d'épuration ainsi qu'en termes de coûts opérationnels.

### Installations type

En pratique, il y a plusieurs conceptions différentes d'oxydants thermiques à régénération qui diffèrent principalement dans la conception des lits d'échangeur de chaleur individuels et dans la sélection du matériau de l'échangeur de chaleur. Pour les faibles concentrations, ces procédés sont largement utilisés dans la post-combustion avec récupération de chaleur.

Les oxydants thermiques à régénération sont utilisés en Allemagne depuis plusieurs années pour l'épuration des gaz d'échappement des usines de traitement biomécanique. En Autriche, une installation de traitement biomécanique a également été récemment installée et a lancé l'utilisation de ce type de systèmes.

### Références bibliographiques

[132, UBA, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

## 4.6.19 Traitements par oxydation

Le type de traitement par oxydation lié aux deux tableaux suivants (Tableau 4.68 et Tableau 4.69) n'a pas été spécifié. Il peut s'agir de l'une des quatre techniques décrites dans les Sections 4.6.14 à 4.6.17. Ces tableaux présentent les données sur les émissions d'air après traitement.

Paramètre d'émission d'air	Valeur	Unités
Température du panache	140	°C
PM	10 à 27	mg/Nm <sup>3</sup>
Métaux lourds	0,03	mg/Nm <sup>3</sup>
COT	8	mg/Nm <sup>3</sup>
Sox	10	mg/Nm <sup>3</sup>
Nox	350	mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	2,3 à 10	mg/Nm <sup>3</sup>
HF	<0,1	mg/Nm <sup>3</sup>
HBr	<0,1	mg/Nm <sup>3</sup>

HCN	<0,1	mg/Nm <sup>3</sup>
P	0,019	mg/Nm <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> /(CO+CO <sub>2</sub> )	<1	mg/Nm <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub>	9,5	%
CO	50	mg/Nm <sup>3</sup>
HAP	<0,1	ng/Nm <sup>3</sup>
PCDD + PCDF	<0,01	ng/Nm <sup>3</sup>
TCDD + TCDF	<0,01	ng/Nm <sup>3</sup>
PCB + PCN + PCT	<1	ng/Nm <sup>3</sup>
Valeurs qui renvoient à 10 % O <sub>2</sub> dans le panache		

**Tableau 4.68 : Emissions d'air à partir des installations de destruction thermique des gaz d'échappement issus de plusieurs installations de traitement des huiles résiduelles [42, UK, 1995], [66, TWG, 2003], [86, TWG, 2003]**

Paramètre de l'air	Unités	Flux ENTRANTS		SORTIE
		Fumées issues des installations de traitement	Fumées issues des tampons des réservoirs	
Débit	Nm <sup>3</sup> /h	101	1400	2700 <sup>1</sup>
Température	°C	18	27	146
Poussière	mg/Nm <sup>3</sup>	58,6	1,1	28,4
H <sub>2</sub> S	mg/Nm <sup>3</sup>	101 600	<1	<0,1
Mercaptans	mg/Nm <sup>3</sup>	2 153	1,7	0,7
Sox	mg/Nm <sup>3</sup>	30 000	1,3	3
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	308	0,9	0,8
COV	mg/Nm <sup>3</sup>			3
Nox	mg/Nm <sup>3</sup>			181
HAP	mg/Nm <sup>3</sup>			<0,1

<sup>1</sup> Air de combustion inclus

**Tableau 4.69 : Traitement thermique des flux contaminés [66, TWG, 2003]**

#### 4.6.20 Traitement au plasma non-thermique

##### Description

La technique au plasma non-thermique est l'un des procédés fortement oxydants. Il s'agit d'un procédé physique qui active les molécules dans un champ électrique changeant et facilite, par conséquent, l'attaque par une réaction radicale. Le plasma non-thermique indique une condition dans laquelle les atomes et les molécules sont activés par des champs électriques et, par conséquent, sont soumis à dissipation des électrons ou à un décalage de la charge électrique vers des orbitales plus riches en énergie. On peut donc atteindre des potentiels d'énergie, dont le niveau d'énergie correspond à des équivalents de température de jusqu'à 100 000 °C de plasma activé thermiquement.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

Le carbone lié organiquement peut, dans une grande mesure, être dégradé. L'avantage du plasma non-thermique est qu'avec des puissances de champ suffisamment élevées et une alimentation en énergie précise, le dosage peut provoquer une réaction en quelques fractions de secondes. Des quantités plus

importantes de radicaux différents sont donc produites qui peuvent, en raison de leur forte capacité oxydante, attaquer des molécules organiques et décomposer les produits.

### Effets multimilieus

En raison de la réaction radicale qui se déroule à l'intérieur du réacteur, l'ozone est relâché à raison de plusieurs grammes par heure. Le concept de l'installation doit par conséquent assurer l'élimination de cet ozone. Un catalyseur ou du charbon actif est adapté à ce métal spécial. Lors du choix du catalyseur, on doit s'assurer que les procédés catalytiques non finis ne dégagent pas d'émissions odorantes secondaires. Il faut prendre en compte le danger de la combustion spontanée du charbon actif dans les réactions avec l'ozone. Par ailleurs, on doit également tenir compte du fait que la production de  $N_2O$  est plus importante.

### Installations type

Toutefois, on ne dispose pas d'expérience opérationnelle de leur emploi dans des installations de traitement biologique.

### Références bibliographiques [132, UBA, 2003]

## 4.6.21 Techniques de réduction de $NO_x$

### Description

On peut trouver des informations plus détaillées dans les BREF Systèmes communs de traitement et de gestion des eaux et des gaz résiduels dans l'industrie chimique (CWW) et Incinération des déchets. Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- bon contrôle de procédé qui peut prévenir d'émissions actuelles de  $NO_x$
- bonne conception de la chambre de combustion
- brûleurs à faible émission de  $NO_x$
- réduction catalytique sélective (RCS)
- réduction non catalytique sélective (RNCS)
- recirculation des effluents gazeux internes
- combustion oscillante
- épuration-lavage chimique (voir Section 4.6.12).

### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduction des émissions de  $NO_x$  dans l'air.

### Effets multimilieus

L'injection d'ammoniac ou d'urée dans les effluents gazeux lors de l'utilisation des flux RCS ou RNCS induit le risque de formation de  $NO_x$  plutôt que l'élimination si la température est trop élevée ou s'il y a trop d'oxygène.

### Applicabilité

Base pour l'étalonnage interne	Activité
Utilisation d'un contrôle de procédé sain pour prévenir l'émission de $NO_x$	Traitement acide des déchets
Utilisation d'une bonne conception de chambre de combustion	Installation de combustion
Utilisation de brûleurs à faible émission de $NO_x$	Installations de

	combustion
--	------------

### Aspects économiques

Les procédé RCS et RNCS ont des frais d'exploitation plus importants que les autres techniques telles qu'un bon contrôle de procédé et des brûleurs à faible émission de Nox

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.6.22 Techniques de réduction des odeurs

La Section 4.7 présente des informations plus détaillées.

### Description

Lors de la conception et de la mise en œuvre d'un plan de gestion des odeurs structuré, ce plan doit :

- g. décrire les principales activités qui génèrent des odeurs et/ou des sources d'odeur, il doit couvrir toutes les études environnementales pertinentes qui ont été entreprises ainsi que les choix techniques disponibles pour le contrôle des émissions d'odeurs
- h. initier ou approfondir le développement d'un inventaire des matériaux odorants utilisés ou générés couvrant également tous les points de rejet intentionnels et fugitifs (non intentionnels)
- i. détailler toute surveillance de routine engagée pour évaluer l'exposition aux odeurs des récepteurs
- j. prévoir un système pour rapporter les résultats de la surveillance et pour consigner toute réclamation reçue
- k. identifier les actions qui doivent être engagées en cas d'événements anormaux ou de conditions susceptibles d'entraîner des odeurs ou des problèmes potentiels d'odeur
- l. couvrir les besoins d'entretien des confinements et la gestion des opérations lorsque les odeurs peuvent être contenues, par exemple à l'intérieur des bâtiments
- m. faire porter l'accent sur le criblage de pré-acceptation (voir Section 4.1.1.2) et sur le rejet de déchets spécifiques. Ainsi, et particulièrement pour les matières odorantes, ces dernières doivent être manipulées dans des aires de manipulation scellées spécifiques qui incorporent un équipement d'extraction en vue de réduction.
- n. tenir compte des liqueurs des épurateurs-laveurs afin de s'assurer qu'elles sont également surveillées de près pour assurer des performances optimales, c'est-à-dire avec un pH correct, un remplacement et un réapprovisionnement à temps
- o. couvrir les exigences d'extraction sous vide pour les installations à l'origine d'odeurs
- p. couvrir les exigences d'enceintes à l'intérieur des zones construites où les émissions de COV sont fortes et peuvent provoquer de fortes odeurs.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Eviter les émissions dont les rejets odorants peuvent être offensifs et détectables au-delà des frontières du site.

### Applicabilité

Pour des installations complexes, par exemple lorsqu'il y a un nombre potentiel de rejets odorants ou lorsqu'il y a un programme intensif d'améliorations mis en place pour contrôler les odeurs, en règle générale, on maintient un plan de gestion des odeurs.

### Références bibliographiques

[50, Scori, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [81, VDI et Dechema, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [120, Prantner, 2002]

### 4.6.23 Gestion des odeurs dans les installations de traitement biologique

La Section 4.6.22 donne des informations plus détaillées.

#### Description

Une gestion opérationnelle efficace peut également aider à contrôler la formation des odeurs. Ceci comporte :

- a. traiter au plus tôt la charge entrante initiale
- b. assurer une bonne stabilisation de la biomasse dans le temps de rétention dans des bâtiments fermés de manière à s'assurer que seules les matières inodores sont présentes en phase de traitement ouvert
- c. éviter une phase de raffinage précoce pour trop réduire la taille des particules ce qui générerait la diffusion de l'air à travers la matière qui doit terminer sa transformation biochimique (une taille de particule plus petite provoquera une perte de structure dans la digestion aérobie et favorisera une décomposition anaérobie)
- d. empêcher la formation de flaques de fuites (par ex. en prévoyant des pentes adéquates vers des surfaces pavées)
- e. éviter l'empilage externe de rejets grossiers issus des étapes de tri de pré-procédé car il contiendrait également un certain pourcentage de matières fermentables
- f. retirer l'air d'échappement des sections odorantes du procédé (basculement, stockage en fosses profondes des matériaux fermentables en entrée, prétraitement, étapes de procédé précoces. Quelquefois, la section de traitement peut être à l'abri et l'air d'échappement traité).
- g. concevoir un système d'extraction pour éviter toute perte d'air d'échappement à partir des fenêtres, des portes, etc.
- h. doter l'installation de systèmes de réduction correctement dimensionnés
- i. assurer un entretien adéquat des technologies de réduction des odeurs mises en œuvre
- j. utiliser des réactifs surfactants
- k. prévoir une collecte des produits de lixiviation/réservoir(s) de stockage fermés, pour minimiser les émissions d'odeur tout en maintenant la liqueur avant la recirculation et/ou l'élimination hors site.  
prévoir un traitement des produits de lixiviation stockés tels que l'aération, afin de prévenir des conditions septiques provoquant des odeurs.
- m. assurer une réduction des odeurs pour contrôler les émissions à partir de sources spécifiques telles que les atomiseurs masquant les odeurs
- n. concevoir des bâtiments fermés de manière à avoir une pression d'air négative pour prévenir des émissions d'odeur à partir des ouvertures de portes.

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Evite ou diminue les émissions d'odeurs.

#### Effets multimilieux

L'utilisation de réactifs surfactants n'éliminera pas totalement les odeurs, notamment si le choix du réactif s'appuie sur une caractérisation des composés d'un aérosol à l'origine d'odeurs.

#### Données opérationnelles

Lors de l'application de la technique « n » (voir section description ci-dessus), le débit d'air pour maintenir une pression d'air négative est parfois indiqué en nombre d'heures nécessaires pour renouveler l'air à l'intérieur du bâtiment. Plus cette valeur est élevée, plus les concentrations d'odeurs à l'intérieur seront importantes.

#### Applicabilité



Parallèlement à la prévention, souvent des installations aérobies doivent traiter des problèmes d'odeurs par le biais de traitement de l'air d'échappement et par-dessus tout lorsqu'il y a des capacités élevées et/ou lorsque cela implique des distances courtes à partir des endroits peuplés.

### Installations type

Un nombre important d'installations en Europe emploie actuellement des technologies qui aident à faire fonctionner des activités de digestion aérobie même dans les zones les plus peuplées, sous réserve que la conception et la gestion de l'installation envisagent les problèmes d'odeur avec suffisamment d'attention.

### Références bibliographiques

[59, Hogg et al., 2002], [116, Irish EPA, 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.6.24 Quelques exemples de traitements des gaz résiduels appliqués à différents traitements des déchets

Le Tableau 4.70 répertorie certains exemples d'applications de traitement des gaz résiduels dans différents procédés de traitement des déchets. En règle générale, le type de réduction des gaz résiduels applicable à chaque cas est une combinaison de techniques ; certaines d'entre elles pouvant ne pas être mentionnées dans les exemples ci-dessous. La Section 4.6.25 reprend certains exemples.

Traitement des déchets	Technique appliquée
Désorption thermique	Condenseurs Incinération Adsorption au carbone Cyclones Laveurs à venturi Filtres en tissu Filtres HEPA Dépoussiéreurs par voie humide Epurateurs à sec
Extraction de vapeur à partir de sols excavés	Adsorption au carbone Incinération catalytique IncinérationMoteurs à combustion interne
Bioremédiation <i>Ex-situ</i>	Adsorption au carbone
Lavage des sols	Adsorption au carbone
Extraction par solvant	Incinération
Bio-évacuation des gaz (Bioventing)	Charbon actif Oxydation catalytique Moteurs à combustion interne Biofiltres
Usines de traitement physico-chimique des eaux résiduaires.	Laveurs par voie humide Evaporation Distillation avec stripping
Préparation des combustibles issus de déchets	Extraction Condenseurs Adsorption au carbone Biofiltres Oxydation thermique Incinération Epurateur-lavage

Stabilisation	Absorption Adsorption Filtres en tissu Oxydation thermique Cyclones
Traitement des huiles usagées	Condensation Oxydation thermique Oxydation biologique
Broyage et déchiquetage des fûts	Adsorption Absorption Oxydation thermique

**Tableau 4.70 : Applicabilité des traitements des gaz résiduaires**

[30, LaGrega et al., 1997], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for waste management, 2002], [135, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.6.25 Quelques exemples de traitements combinés de l'air d'échappement

Cette section présente quelques exemples d'application de traitements combinés sur les gaz résiduaires dans différents procédés de traitement des déchets. En règle générale, le type de réduction des gaz résiduaires applicable à chaque cas est une combinaison des techniques dont certaines ne sont pas mentionnées dans les exemples ci-dessous.

Installations opérationnelles attachées	Halls de production, parcs de stockage, traitement des barils
Valeurs limites d'émission	Teneur en matière organique conformément à German TA-Luft
Dimensions du bâtiment	940 m <sup>2</sup>
L'installation se compose de	Pré-filtre au charbon actif (égalisant les pointes d'émissions de gaz brut), double
	Filtre principal à régénération, charbon actif (double)
	Laveur-épurateur haut pour les émissions venant des parcs de stockage et des procédés de chargement, double
	Strippers pour l'extraction des solvants venant de l'eau (extraction de gaz avec de l'air), double
	Traitement des eaux biologiques pour les condensats venant des laveurs-épurateurs élevés et de la phase sur charbon actif
	Tours de refroidissement (à l'extérieur du bâtiment)
Technologie	Adsorption sur charbon actif
	Absorption physique pour laver avec récupération des solvants
Contrôle des émissions	Analyse en ligne de la teneur totale en charbon, perchloréthylène, dichlorure de méthylène, trichloréthylène, glycols, aromates BTX
Matériaux en entrée	Flux d'air d'échappement contaminés avec des solvants (VbF, CHC et autres)
Capacité opérationnelle	6000 m <sup>3</sup> /h d'air d'échappement légèrement pollué venant des halls de production

	400 m <sup>3</sup> /h d'air d'échappement fortement pollué venant des parcs de stockage et des procédés de chargement
Valeurs d'émission obtenues	En ce qui concerne les substances organiques contenues dans le gaz résiduaire, en dehors des particules organiques, un débit massique total <57 kg/an ou une concentration massique totale <3,6 mg de COT/Nm <sup>3</sup> sont réalisables, chacun devant être indiqué en tant que total de teneur en charbon

**Tableau 4.71 : Installation de traitement d'air d'échappement d'une installation de traitement des solvants usagés**

[130, UBA, 2003]

Traitement de réduction se composant de	a. collecte de l'air contaminé avec un réseau sous dépression b. groupe de cyclones et de filtres utilisés afin de réduire la concentration de particules c. système d'oxydation thermique à régénération
Avantages obtenus pour l'environnement	Le système d'oxydation thermique à régénération est un système sans combustion qui n'a pas de chambre de combustion. En conséquence, il ne génère pas de NO <sub>x</sub> . Les polluants étant dégradés à des températures élevées (950 °C), ils peuvent atteindre des concentrations de COV à la sortie inférieures à 50 mg/Nm <sup>3</sup>
Données opérationnelles	L'alimentation électrique est nécessaire pour maintenir une température élevée et du gaz naturel est nécessaire pour faire fonctionner le procédé
Installations type	Une installation en France

**Tableau 4.72 : Réduction combinée des particules et des COV dans une installation de traitement des déchets dangereux**

[50, Scori, 2002]

#### 4.6.26 Certains exemples de comparaisons de techniques de réduction appliquées à la préparation des combustibles issus de déchets dangereux

Les Tableaux 4.73 et 4.74 comparent certaines techniques de réduction lorsqu'elles sont appliquées à un traitement des déchets spécifique.

Critères	filtre à manches	Dépoussiéreur humide
Performance de traitement des poussières	+	-
Souplesse	+	+
Consommation	++	-
Coûts	++	-
Risques (incendie, explosion, etc.)	+	++
Effets multimilieux	+	-
Remarque : (-) mauvais, (+) acceptable et (++) bien adapté		

**Tableau 4.73 : Comparaison des filtres à manches et des séparateurs humides pour la réduction des émissions de poussière**

[122, Eucopro, 2003]

Critères	Piège d'azote	Traitement biologique	Charbon actif	Combustion combinée	Combustion catalytique	Oxydation thermique à
----------	---------------	-----------------------	---------------	---------------------	------------------------	-----------------------

						<b>régénératio n</b>
Performances COV	++	-	-/+	+	+	++
Consommation	-	++	++/-	++	+	+
Coûts	+	++	++	++	-	+
Souplesse	-	-	+	+	-	++
Risques (par ex. incendie, explosion)	+	+	-	+	+	+
Effets multimilieux	-	-	-	+	+	+
Remarque : (-) mauvais, (+) acceptable et (++) bien adapté						

**Tableau 4.74 : Comparaison des techniques de réduction d'émissions de COV**  
**[122, Eucopro, 2003]**

### 4.7 Gestion des eaux résiduaires

Cette section ne couvre que la gestion des eaux résiduaires après qu'elles aient déjà été contaminées. Les techniques de prévention pour éviter la contamination de l'eau ou les techniques pour réduire la consommation d'eau ne sont pas couvertes ici ; en revanche, elles sont incluses en Section 4.1.3.6.

Cette section couvre uniquement les techniques les plus pertinentes pour le secteur du traitement des déchets. En règle générale, la plupart des techniques ont déjà été décrites et analysées dans de nombreux autres BREF (il convient de mentionner plus particulièrement le BREF sur les eaux résiduaires et les gaz résiduels [63, EIPPCB, 2002]). C'est pourquoi, la présente section n'a pas pour ambition de donner une analyse complète des différentes techniques, au contraire, elle fait porter l'accent uniquement sur les questions qui touchent plus particulièrement le secteur industriel couvert par le présent document et donne des données d'émission pour ce qui est considéré comme de bonnes valeurs réalisables dans le secteur.

L'objectif principal du traitement des eaux résiduaires est la réduction de la DBO de l'effluent liquide (et en conséquence, une réduction associée de la DCO). Le traitement implique, en règle générale, une phase d'agitation, qui non seulement homogénéise les boues mais favorise également les actions suivantes :

- décomposition des particules solides
- désorption des déchets à partir des particules solides
- contact entre les déchets organiques et les micro-organismes
- oxydation des boues d'épuration par aération.

Les traitements des eaux résiduaires combinent les traitements physiques, chimiques et biologiques. En règle générale, ceci inclut une phase aérobie, où les effluents sont aérés dans un réservoir d'aération (0,5 à 3 jours de temps de rétention) pour convertir les matières organiques solubles en micro-organismes (boues) et en un effluent final plus propre. La dégradation biologique n'intervient que sur des matières organiques qui sont dissoutes dans l'eau et non les matières organiques en suspension ou en phase libre. En règle générale, le traitement et l'épuration des eaux résiduaires issues d'installations de traitement des déchets sont un élément important de ces installations, principalement en raison des charges de pollution potentiellement élevées qu'elles peuvent représenter dans les eaux résiduaires. Il convient d'établir une distinction entre les procédés de séparation et de conversion.

Les procédés de séparation sont, par exemple :

- le traitement mécanique
- l'évaporation
- l'adsorption
- la filtration
- la nano-, ultrafiltration
- l'osmose inverse
- la centrifugation.

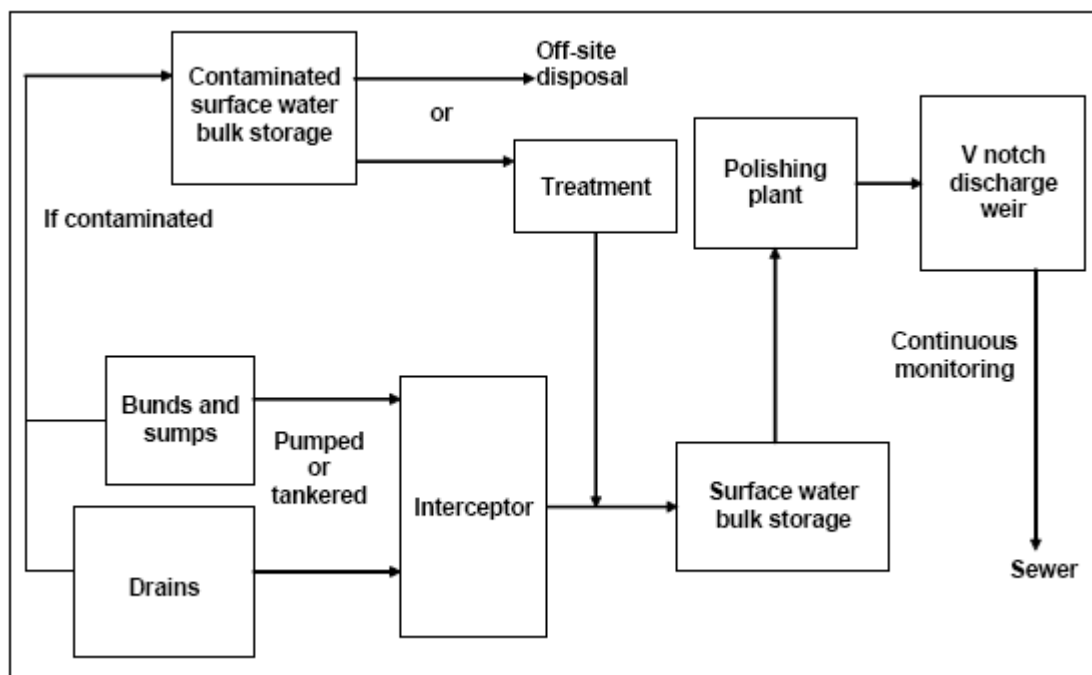
Alors que les procédés de conversion sont, par exemple:

- l'oxydation par voie humide en utilisant  $H_2O_2$
- l'ozonisation
- la précipitation/neutralisation
- les traitements biologiques anaérobies et aérobies des eaux résiduaires.

### 4.7.1 Gestion des eaux résiduaires à l'intérieur du secteur de traitement des déchets

#### Description

La Figure 4.10 montre un système de gestion des effluents pour une installation de traitement des déchets.



Contaminated surface water bulkstorage	Stockage en vrac des eaux de surface contaminées
If contaminated	Si elles sont contaminées
Or	Ou
Off-site disposal	Elimination hors site
Reatment	Traitement
Polishing plant	Installation de polissage
V notch discharge weir	Déversoir de rejet en V
Continuous monitoring	Surveillance continue
BUnds and sumps	Merlons et fosses
Puped or tankered	Pompé ou mis en réservoir
Interceptor	Intercepteur
Surface water bulk storage	Stockage en vrac des eaux de surface
Drains	Drains
Sewer	Egout

**Figure 4.10 : Gestion des effluents dans une installation de traitement des déchets qui peuvent être classé comme indiqué dans le Tableau 4.75 ci-dessous [55, UK EA, 2001]**

Classification	Objectif	Techniques	Section dans le présent document
Criblage	Destiné à éviter l'introduction de substances dangereuses et persistantes dans le système qui ne seront pas affectées par le traitement	Mesures de pré-acceptation et d'acceptation	4.1.1 4.7.2
Traitement primaire	Elimination ou réduction des substances cibles à partir des déchets		4.7.3
Traitement secondaire	Détoxification pour convertir les substances dissoutes en solides	Oxydation du cyanure ou des nitrites Réduction du chrome (VI) Précipitation des métaux Neutralisation du pH Réduction de la DCO Sédimentation	4.7.4
Traitement tertiaire	Elimination des matières organiques biodégradables et des composés azotés	Traitement biologique Sédimentation Epaississement et assèchement	4.7.5
Traitement final	Polissage de l'effluent Récupération des substances à partir de l'effluent	Filtration Membranes Oxydation à l'air humide Adsorption	4.7.6

**Tableau 4.75 : Techniques de gestion des effluents**

Certaines techniques de gestion efficace des eaux résiduaires comportent :

- a. la description de tout traitement hors site dans la description globale du système de traitement des eaux résiduaires (dans la plupart des cas, ceci peut être une installation de traitement des eaux résiduaires urbaines notamment des ouvrages d'égouts). Lorsque l'effluent est traité hors site dans une installation de traitement des égouts, les producteurs d'eaux résiduaires doivent démontrer que :
  - traitement prévu dans les ouvrages de traitement des égouts donne d'aussi bons résultats que ceux qui pourraient être obtenus si les émissions étaient traitées sur site, en fonction de la réduction de la charge (non de la concentration) de chaque substance dans les eaux de réception.
  - probabilité d'une dérivation des égouts, par des débordements d'urgence/de tempête ou de station de pompage d'égout intermédiaire est suffisamment faible pour être acceptable
  - plans d'action en place pour traiter des dérivations intervenant, par exemple, lorsqu'une dérivation intervient et la reprogrammation d'activités telles que le nettoyage, voire même la fermeture en cas de dérivation.
  - mise en place d'un programme de surveillance adéquat pour vérifier les émissions dans les égouts, en tenant compte de l'inhibition potentielle de tout procédé biologique en aval et plans d'action dans un tel cas
- b. la sélection d'une technique de traitement appropriée pour chaque type d'eaux résiduaires



- c. la mise en œuvre de mesures pour augmenter la fiabilité avec laquelle le contrôle requis ou les performances de réduction peuvent être mis en œuvre (par exemple, optimisation de précipitation des métaux)
- d. l'identification des principaux éléments constitutifs chimiques des effluents traités (y compris l'appoint du DCO) et la mise en œuvre d'une évaluation informée du destin de ces produits chimiques dans l'environnement
- e. la mise en œuvre de contrôles quotidiens (lorsqu'il y a un rejet quotidien) du système de gestion des effluents et tenue d'un journal avec tous les contrôles avec un système permettant de surveiller les rejets d'effluents et la qualité des boues
- f. la mise en place de procédures pour s'assurer que les spécifications d'effluents sont adéquates pour le système de traitement des effluents sur site ou les critères de rejet.
- g. éviter que les effluents ne contournent les systèmes de l'installation de traitement
- h. la mise en place et l'exploitation d'un système d'enceinte dans lequel les eaux de pluie qui tombent sur les aires de traitement sont collectées avec les eaux de lavage des camions-citernes, les déversements occasionnels, les lavages de fûts, etc., et renvoyées à l'installation de traitement ou collectées dans un intercepteur combiné
- i. la collecte des eaux de pluie dans un bassin spécial pour traitement ultérieur au cas où l'on détecte qu'elles sont contaminées
- j. une base en béton complète, avec des chutes vers des systèmes de drainage internes au site qui conduisent aux réservoirs de stockage ou vers des séparateurs qui peuvent collecter les eaux de pluie et tous déversements. Les intercepteurs qui ont un débordement vers des égouts ont en général besoin d'un système de surveillance automatique tel que des contrôles de pH qui peuvent fermer le système de débordement
- k. le réemploi des eaux résiduaires traitées et des eaux de pluie dans le procédé (par ex. eau de refroidissement)
- l. **le rejet des eaux résiduaires à partir de leur stockage qu'après avoir terminé toutes les mesures de traitement et avoir réalisé une inspection finale**
- m. l'utilisation des produits de lixiviation des décharges en tant qu'entrée d'eau pour la digestion aérobie
- n. la gestion des eaux de procédé et les eaux de ruissellement à l'aide d'un système de circulation fermé.
- n. le réemploi partiel des eaux résiduaires pour la production de solution polymériques
- o. les méthodes de déplacement du traitement des eaux de procédé chimique contenant des COV (un autre exemple spécifique est celui des eaux souterraines contaminées), à la suite d'une teneur en DCO inférieure.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Ces techniques minimisent en général les émissions dans les cours d'eau. Elles peuvent également réduire le risque de contamination des eaux procédé ou des eaux de surface tout en diminuant les émissions d'odeur et de COV.

### Données opérationnelles

L'opération repose particulièrement sur un bon contrôle de la charge de départ pour s'assurer que les déchets n'inhibent pas le procédé de traitement (ex. biologique).

### Applicabilité

Appliqué en général à la plupart des installations de traitement des déchets. L'option de traitement des déchets appliquée dépend du type de contaminants présents dans les eaux résiduaires. Toutefois, les mesures de traitement des contaminants organiques et inorganiques sont parfois communes. Dans certains cas, particulièrement pour les sites réduits, le traitement des eaux résiduaires peut être mis en œuvre hors site. Ces traitements d'eaux résiduaires centrales hors site traitent, en règle générale, les eaux résiduaires venant de nombreuses installations, non seulement de celles de traitement des déchets.

La technique « d » (voir section description ci-dessus) doit prendre en compte le fait qu'il n'est pas réaliste d'effectuer une évaluation de l'impact sur l'environnement pour toutes les variations des rejets de l'installation de traitement des déchets.

La fréquence de la technique « e » (voir section description ci-dessus) est parfois guidée par une approche de risque.

La technique « k » (voir section description ci-dessus) peut appliquer certaines restrictions en raison de l'augmentation des concentrations de certains composants solubles qui peuvent interférer avec le procédé de traitement des déchets.

La technique « l » (voir section description ci-dessus) peut impliquer un réservoir de stockage supplémentaire. Ceci peut potentiellement être coûteux avec un besoin d'espace, particulièrement pour les flux importants et continus.

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

Les rejets d'eau sont réglementés par la réglementation internationale ou locale/régionale/nationale.

### **Installations type**

Une large proportion des sites au Royaume-Uni utilise un système fermé dans lequel les eaux de pluie qui tombent sur les aires de traitement sont collectées et renvoyées dans l'installation de traitement. On a certains exemples de réemploi de l'eau dans les procédés d'immobilisation et dans les installations de traitement des huiles usagées après traitement biologique. D'autres exemples de réemploi de l'eau sont dans des activités de lavage et de nettoyage.

### **Références bibliographiques**

[50, Scori, 2002], [51, Inertec et al., 2002], [52, Ecodeco, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [66, TWG, 2003], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental et waste management, 2002], [122, Eucopro, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [153, TWG, 2005]

## **4.7.2 Paramètres à prendre en compte lors du mélange des eaux résiduaires**

### **Description**

Certaines techniques devant être traitées de manière plus approfondie avant le mélange des eaux résiduaires comportent :

- a. ne pas mélanger les eaux résiduaires qui contiennent des halogènes liés de manière organique et adsorbable (AOX), les cyanures, les sulfures, les composés aromatiques, les benzènes ou hydrocarbures (dissous, émulsifiés ou non dissous)
- b. pour les métaux, utiliser le mercure, cadmium, plomb, cuivre, nickel et chrome comme paramètres de classification pour les eaux résiduaires, car tout comme l'arsenic et le zinc, ils se trouvent tous dans les eaux résiduaires partiellement sous forme dissoute et partiellement sous forme de sulfure en suspension et doivent être réduits dans des stations d'épuration. Ces paramètres servent également à contrôler l'efficacité du traitement des eaux résiduaires.
- c. s'assurer que des mesures sont en place pour isoler les effluents si les échantillons d'essai indiquent un non respect potentiel des spécifications. Des incidents de cette nature doivent être consignés dans le journal des effluents.
- d. séparer les systèmes de collecte pour les eaux potentiellement plus contaminées (par ex. à partir des aires de stockage et chargement/déchargement) et les eaux moins contaminées (par ex. eaux de pluie)

- e. isoler des systèmes de drainage venant d'aires d'entreposage de déchets inflammables pour éviter que le feu ne se propage le long du système de drainage par des solvants ou autres hydrocarbures inflammables.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Evite les problèmes dans le traitement et la dilution ultérieurs.

#### **Données opérationnelles**

Les déchets et les eaux résiduaires contiennent fréquemment un mélange de produits avec DCO intense et modérée qui peuvent ou non affecter la teneur en DBO.

#### **Applicabilité**

La technique « d » est en général mise en œuvre en deux systèmes séparés. Le premier est consacré aux eaux de pluie généralement non traitées et l'autre à la collecte de tous les effluents aqueux restants qui sont en général traités ensemble. Dans certains cas, les eaux de pluie provenant d'aires de chargement/déchargement ou de stockages peuvent être plus contaminées.

#### **Installations type**

Les procédures mises en œuvre dans les usines de traitement physico-chimiques sont séparées hydrauliquement en eaux résiduaires contaminées et eaux de pluie non contaminées. Les installations physico-chimiques ont deux systèmes d'assèchement techniques séparés.

Remarque concernant le point e) de la section description : plusieurs incidents ont été signalés au Royaume-Uni avec propagatin d' un incendie d'une aire d'un site à une autre par le biais du système de drainage.

#### **Références bibliographiques**

[121, Schmidt et Institute for environmental et waste management, 2002], [134, TWG, 2003] [150, TWG, 2004]

### **4.7.3 Traitements des eaux résiduaires primaires**

#### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes:

- s'assurer que l'effluent est exempt d'huile visible. Ce contrôle doit inclure les procédures visant à s'assurer de la bonne configuration, exploitation et entretien de l'installation de séparation huile/eau.
- mettre en œuvre le stripping à l'air dans des réservoirs d'aération des produits de lixiviation de décharge avant de les mélanger avec les eaux résiduaires venant de l'installation.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Retire ou réduit les substances cibles des eaux résiduaires. Remarque concernant la technique « b » de la section description ci-dessus : un tel système est conçu pour éliminer tout ammoniac et méthane en excès des produits de lixiviation avant que ces émissions ne passent directement à l'air ou ne provoquent un risque d'explosion dans les égouts. Un rejet estimé de cinq tonnes d'ammoniac par an a été signalé pour un site.

#### **Applicabilité**

Le stripping à l'air est utilisé pour éliminer les hydrocarbures halogénés et non-halogénés des solutions aqueuses diluées, pour permettre à la solution résiduelle d'être traitée dans la station d'épuration des

eaux résiduaires sans affecter les normes de rejet des effluents. Les hydrocarbures sont recouverts dans des filtres à charbon. Le stripping à l'air est idéalement adapté pour les flux à faible concentration (<200 ppm). Le procédé de stripping à la vapeur peut ramener la teneur en COV de l'eau à de très faibles concentrations (c'est-à-dire niveaux ppb).

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.7.4 Traitements des eaux résiduaires secondaires

##### Description

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. avoir une unité de traitement des effluents interne qui utilise une filtration sous vide pour éliminer les solides colloïdaux
- b. s'assurer que les niveaux de métaux dans la solution sont minimisés, normalement en ajustant le pH au niveau correct nécessaire pour maintenir une solubilité minimale
- c. s'assurer que le traitement au cyanure (oxydation au cyanure) est mis en œuvre à terme, normalement en maintenant un  $\text{pH} > 10$  et en évitant un transfert de  $\text{NaOCl}$  dû à un surdosage
- d. mettre en place un système de neutralisation du pH
- e. utiliser un procédé de floculation pour créer un gâteau de filtration, avec neutralisation du filtrat et rejet vers les égouts pour la manutention des déchets d'émulsion de latex et des eaux de pluie du site contaminé. L'analyse du gâteau final aura une concentration en azote d'environ 51 mg/kg de gâteau.

##### Avantages obtenus pour l'environnement

La précipitation et la floculation permettent de convertir les substances dissoutes en solides et de les concentrer afin de pouvoir les séparer en adaptant une valeur de pH appropriée.

La précipitation transfère les substances inorganiques et organiques dissoutes dans une phase solide non dissoute par le biais d'une réaction chimique. Pendant la floculation, des procédés physico-chimiques (déstabilisation, création de micro- et macroflocs) sont utilisés pour amener les substances fines colloïdales ou en suspension dans un état dans lequel elles peuvent être séparées de la phase fluide par des procédures mécaniques (par ex. sédimentation, flottation, filtration). En pratique, la précipitation et la floculation interviennent fréquemment parallèlement aux procédés d'adsorption.

##### Données opérationnelles

Certains agents complexants inorganiques et organiques contenus dans l'eau peuvent perturber ou inhiber la réaction de précipitation.

Des concentrations élevées de sels neutres augmentent la solubilité résiduelle de la précipitation neutre des métaux. Si les exigences concernant les concentrations de métal résiduel ne sont pas respectées, il est nécessaire d'avoir d'autres phases de traitement, par exemple une précipitation supplémentaire sous forme de sulfure, de filtration, d'échange d'ions, etc.

Il peut être nécessaire d'avoir un prétraitement afin d'assurer des conditions optimales de précipitation et de floculation. Ceci peut impliquer une séparation des substances légères, un fractionnement des émulsions, une destruction complexe ou une élimination systématique, une détoxification ou éviter des substances qui peuvent perturber la réaction ou la séparation ultérieure des solides. Ceci peut également entraîner une exigence de traitement séparé des déchets et de leurs eaux résiduaires.

Si les eaux résiduaires contiennent des substances actives en surface qui peuvent entraîner la formation de mousse dans les conteneurs de réaction, il est nécessaire de prendre des mesures pour les neutraliser.

### Applicabilité

La précipitation chimique est employée principalement pour retirer les ions métaux des eaux résiduaires et éliminer chimiquement les phosphates. En dehors de la séparation des produits de précipitation, la floculation élimine également les solides en suspension et les composés moléculaires supérieurs.

Pour la précipitation et la floculation, les points suivants peuvent avoir une certaine importance et doivent être pris en compte :

- la précipitation chimique doit permettre d'aboutir à des produits peu solubles
- afin d'assurer un contact optimal entre les partenaires de la réaction, il est nécessaire d'avoir un bon mélange dans le réacteur de précipitation. Une floculation efficace implique également une distribution rapide et régulière des agents de floculation. L'agitation permet de créer des floes qui se sédimentent bien, toutefois, il faut éviter des forces de cisaillement par trop importantes.
- la séparation de la phase de coagulation (compensation du potentiel électrique des colloïdes) et de la phase de floculation en deux étapes distinctes est, dans de nombreux cas, une filière appropriée pour obtenir de bons résultats de floculation
- la réintroduction des boues de contact améliore la production de floes compacts, lourds et garantit l'utilisation optimale des réactifs
- un procédé de floculation et de précipitation en plusieurs étages favorise l'obtention de la valeur de pH optimale et la combinaison efficace/efficace des différentes techniques de précipitation et de floculation (par ex. précipitation hydroxyde suivie d'une précipitation de sulfure).

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [134, TWG, 2003]

## 4.7.5 Traitements des eaux résiduaires tertiaires

### Description

Pour éliminer les produits organiques biodégradables et les composés azotés, les procédés de traitement biologique se sont avérés à de nombreuses reprises efficaces. A l'encontre d'autres techniques de traitement, le traitement biologique fait appel à des micro-organismes qui peuvent réagir aux nombreuses conditions limites de leur existence et peuvent, par conséquent, s'ajuster de manière optimale aux composés qui doivent être dégradés (adaptation). Dans des conditions anaérobies, différentes populations de bactéries évoluent ; elles permettent la dégradation d'une large palette de substances. Dans le cas optimal, la dégradation va jusqu'au stade de la création de substances inorganiques telles que  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$  (minéralisation). Certaines techniques tertiaires font appel à :

- a. l'application d'un traitement biologique pour les eaux résiduaires avec une forte DBO. Il est possible d'absorber des substances nocives et persistantes constituant une proportion de la charge en DCO telles que des solvants, des pesticides, des organo-halogènes et autres substances organiques sur une substance de particules et colloïdale avant de les éliminer sous forme de résidu solide. Le procédé de traitement ne détermine pas son efficacité et l'élimination est fortement variable. Une méthode empirique pour faciliter la biodégradation, est que le ratio DCO/DBO de l'effluent envoyé dans l'égout ne dépasse pas, en règle générale, 10:1
- b. sédimentation
- c. épaississement et assèchement
- d. oxydation à l'air humide.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit la DBO et par conséquent réduit la charge DCO des eaux résiduaires. Parallèlement, l'azote et certains microéléments (par ex. Zn) peuvent être capturés par le traitement biologique. La dégradation des composés organiques est assurée par des microorganismes dont l'activité est largement conditionnée par les conditions environnementales, ce qui entraîne un certain degré de fluctuation dans l'efficacité du procédé.

Paramètre	Alimentation (effluent primaire)		Effluent après traitement biologique (réacteur à cuvées discontinues séquentielles)	
	Minimum (mg/l)	Maximum (mg/l)	Minimum (mg/l)	Maximum (mg/l)
DCO	2 500	12 000	600	1 500
NH <sub>4</sub> -N <sup>1</sup>	25	16 000	<1	150
Nitrite	10	300	<1	<1
Nitrate	10	1 000	<1	<1
Phénols	10	500	<2	<2
Teneur en huile	~	~	<0.5	-
<sup>1</sup> Effluent après traitement biologique : Fréquemment autour de 20 mg/l				

**Tableau 4.76 : Concentration des effluents d'une usine physico-chimique avant et après le traitement des eaux résiduaires tertiaires [150, TWG, 2004]**

### Effets multimilieux

Minéralisation des substances organiques et production de biomasse. Les procédés d'adsorption et la bioaccumulation permettent d'accumuler les composés inorganiques et organiques non-dégradables dans la biomasse.

### Données opérationnelles

Certains éléments organiques et inorganiques des eaux résiduaires peuvent avoir un effet toxique sur la population de bactéries. En raison de la demande en éléments nutritifs des procédés biologiques, de faibles concentrations en phosphore peuvent devenir un facteur limitant pour la vie des bactéries (ce problème peut éventuellement être résolu par l'ajout systématique d'éléments nutritifs). Pour toutes les techniques de traitement biologique actuellement utilisées, un certain nombre de caractéristiques spéciales et de conditions limites doivent être prises en compte :

- des éléments nutritifs (azote, phosphore) et éléments trace (métaux, etc.) sont nécessaires pour la dégradation biologique
- les plages optimales de pH (en général pH 6,5 à 8,5) doivent être maintenues à l'intérieur du réacteur
- pour que le procédé continue à fonctionner, la teneur en oxygène doit être supérieure à 1 mg/l
- l'activité des micro-organismes augmente avec la température, jusqu'à une température optimale de 30 à 35 °C. En dessous de 10 °C, la vitesse de la réaction diminue en général de manière significative
- la rétention de la biomasse est particulièrement importante pour le bon fonctionnement du système.

Les installations biologiques doivent être conçues avec un temps de séjour suffisant pour obtenir une décomposition adéquate des composés les plus complexes présents dans les eaux résiduaires.

L'âge de la boue d'épuration est également important. La dégradation peut également être favorisée par des températures de fonctionnement optimales. Certaines installations aérobies sont actuellement prévues pour fonctionner autour d'environ 30 °C.

### Applicabilité

Le traitement biologique est une technique très efficace pour l'élimination de :

- un nombre important de composés carbonés organiques biodégradables. Même si l'analyse des eaux résiduaires indique une faible dégradabilité biologique (relation  $DBO_5/DCO < 0,1$ ), 40 à 50 % de la DCO peut toujours être éliminée (avec seulement une faible production de biomasse)
- composés azotés. L'azote et l'ammonium organiques peuvent être transformés via nitrite à nitrate. Il est facile d'obtenir des valeurs d'émission inférieures à 10 mg  $NH_4^+-N/l$ , des valeurs  $< 1$  mg  $NH_4^+-N/l$  sont communes. Les nitrates ou nitrites peuvent être convertis en azote élémentaire.

### Installations type

Largement utilisé dans le secteur.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [134, TWG, 2003], [150, TWG, 2004]

## 4.7.6 Traitements finaux des eaux résiduaires

### Description

Le traitement final se réfère à tout procédé qui est considéré comme une phase de « polissage », en général après le traitement tertiaire s'il existe ; il peut également englober la récupération de substances spécifiques. Certaines techniques sont répertoriées dans le tableau suivant Tableau 4.77 :

Technique	Description
Macro-filtration	La filtration sur sable, avec des supports mélangés (par exemple, mélanges sable/anthracite) ou des types de support de filtration plus spécialisés tels que du charbon actif granulaire (GAC)
Forte réduction	
Oxydation à l'air humide	L'oxydation à l'air humide est une méthode de traitement physico-chimique destructrice qui est utilisée pour traiter les effluents aqueux ayant des niveaux élevés de DCO qui ne sont pas adaptés à un rejet direct dans une station d'épuration des eaux résiduaires, mais sont trop coûteux à incinérer.
Forte réduction avec hydrazine	
Echange d'ions	Elimination des nitrates, des métaux et des concentrations de métaux

**Tableau 4.77 : Traitements finaux des résiduaires**

### Avantages obtenus pour l'environnement

L'avantage de ces traitements est le « polissage » final de l'effluent et la récupération des substances à partir de l'effluent avant son réemploi ou son envoi vers les égouts, les eaux de surface, etc.

Il peut y avoir une certaine possibilité d'application de ces techniques de filtration (y compris des filtres au sable) pour retirer les particules dans les effluents, offrant par conséquent un moyen pour réduire le niveau de solides en suspension dans l'effluent.

La macro-filtration retire les solides en suspension, certains produits chimiques, le goût et les odeurs.

### Effets multimilieux



Pour la macro-filtration sur charbon actif en granulés, une régénération est nécessaire, elle est en général mise en œuvre par incinération.

### Données opérationnelles

Les procédés de filtration ont besoin de pression. Dans certains cas, des pressions très élevées sont nécessaires (par ex. dans le cas de l'osmose inverse).

Les tentatives d'utilisation de l'oxydation à l'air humide pour certains traitements des déchets ont souffert de problèmes liés à la charge de départ en déchets hétérogènes et variables et, en conséquence, il n'y a pas d'applications courantes dans les traitements des déchets. Toutefois, ils sont appliqués dans d'autres secteurs, car ils sont adaptés à des procédés dédiés ayant un flux de déchets spécifique sur site.

### Applicabilité

L'adsorption est simple et fiable et le fonctionnement discontinu est possible.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

Trois facteurs potentiels poussent à l'utilisation de ces traitements :

- satisfaire les conditions de rejet stipulées dans les permis
- permettre le recyclage des eaux résiduaires pour les eaux de procédé ou les eaux de lavage
- aider la récupération, par exemple de l'huile à partir de l'eau contaminée avec de l'huile, par exemple, par ultra-filtration.

Des systèmes de filtration sont actuellement utilisés par certaines sociétés de gestion des eaux pour les rejets à partir de stations d'épuration des eaux résiduaires, principalement afin de contrôler les éléments pathogènes dans les déchets.

L'hydrazine est une substance dangereuse et des rapports stipulent que son utilisation est interdite au moins dans un Etat membre.

### Installations type

On a un exemple d'installation où 90 % des émissions de Hg viennent de la contamination du sol qui fuit ensuite dans les canalisations. Chez Akzo Nobel à Bohus (Suède), dans une installation base mercure, alcalins chlore-, le système d'élimination du mercure des eaux résiduaires consiste en une unité de mélange où l'hydrazine est ajoutée aux eaux résiduaires, avec deux réservoirs de sédimentation, des filtres au sable, des filtres à charbon actif et des filtres à échange d'ions. Le débit d'eau traitée est de 7 m<sup>3</sup>/h avec une teneur en mercure de 3 000 à 5 000 (µg/l en 1997, avec une concentration de mercure résultante dans les eaux résiduaires de 5 à 8 (µg/l, correspondant à une émission de 0,005 g Hg/tonne de capacité de chlore. Les émissions totales de mercure dans l'eau à partir du site sont d'environ 0,045 g Hg/tonne de capacité de chlore, ce qui signifie qu'environ 10 % des émissions de mercure sont des émissions venant du procédé, les 90 % restant étant des émissions indirectes de mercure déposé qui terminent dans les eaux de ruissellement.

### Références bibliographiques

[41, UK, 1991], [42, UK, 1995], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [121, Schmidt et Institute for environmental et waste management, 2002], [131, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.7.6.1 Evaporation

##### Description

L'objectif du traitement est de concentrer la teneur en eaux résiduaires en plusieurs volumes gérables.

Il est possible d'optimiser l'utilisation de l'énergie en subdivisant l'évaporation en plusieurs étapes plus petites et en utilisant le vide (afin de réduire la température d'ébullition).

En fonction de la température, l'évaporation se fait en général sans conversion chimique des substances. Durant la concentration, il est possible de créer des phases qui favorisent encore plus la séparation (par ex. cristallisation).

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Réduit la quantité d'eaux résiduaires à traiter.

#### **Effets multimiliex**

Augmentation de la consommation en énergie. Si les matériaux ne sont pas adaptés à la récupération, les résidus de l'évaporation peuvent être mis en décharge après un post-traitement approprié (par exemple, séchage, assèchement, conditionnement) en fonction de leur contenu. Etant donné que dans l'idéal l'évaporation entraîne uniquement un condensat de vapeur légèrement polluée, le condensat devra en général être soumis à un post-traitement et à une épuration en fonction de son contenu.

#### **Données opérationnelles**

Limites du traitement :

- le contenu des eaux résiduaires doit être pris en compte pour la sélection du matériau en entrée à partir de l'installation d'évaporation
- si les eaux résiduaires contiennent des substances actives en surface qui peuvent entraîner la formation de mousse durant le procédé d'évaporation, des mesures doivent être prises pour réduire la mousse. Il peut être nécessaire de recourir à des agents anti-mousse en plus de l'installation de séparateurs.

Il faut disposer d'installations pour l'élimination mécanique des « croûtes » ou pour le rejet de substances solides qui s'accumulent durant l'évaporation.

#### **Applicabilité**

Le traitement est adapté à des eaux résiduaires fortement polluées dont il faut éliminer la teneur en éléments inorganiques et organiques qui ne sont pas volatils. L'évaporation est adaptée, par exemple, pour renforcer la concentration des eaux résiduaires déjà épaissies par osmose inverse ou par ultrafiltration.

#### **Installations type**

Usines de traitement physico-chimique des eaux résiduaires.

#### **Références bibliographiques**

[134, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### **4.7.6.2 Adsorption**

#### **Description**

L'adsorption sur du charbon actif est principalement appliquée à la séparation des substances organiques des eaux résiduaires. Deux approches sont actuellement utilisées :

- ajouter, principalement du charbon actif, aux eaux résiduaires qui doivent être traitées ;

- faire couler les eaux résiduaires sur plusieurs colonnes d'adsorption organisées en série et qui sont remplies de charbon actif en granulé.

### Avantages obtenus pour l'environnement

Réduit les substances organiques dans les eaux résiduaires.

### Effets multimiliieux

Lors de l'utilisation de charbon en poudre, le charbon doit être séparé des eaux résiduaires après utilisation. En fonction des substances adsorbées, il peut être incinéré ou éliminé dans des sites de décharge adéquats. Le charbon en granulé est en général récupéré dans des installations externes.

### Applicabilité

Ce procédé de traitement est principalement adapté à l'élimination des substances organiques des eaux résiduaires. Si des polluants individuels ou des groupes de polluants (par ex. AOX) doivent être retirés de manière sélective, le procédé peut être optimisé en visitant les propriétés spéciales des eaux résiduaires (type et quantité des substances) ; par conséquent, l'adsorption peut être adaptée aux cas individuels (formes et propriétés du charbon, délai d'adsorption, dimension et organisation des colonnes, etc.).

Comme les éléments solides peuvent occuper la surface du charbon actif et, par conséquent, bloquer les pores, ils doivent être retirés avant le traitement avec du charbon actif.

### Installations type

L'adsorption sur charbon actif est fréquemment utilisée afin de permettre à l'opérateur de respecter les valeurs maximales admissibles d'AOX < 1 mg/l. L'adsorption sur charbon actif toutefois ne sépare pas de manière sélective les éléments constitutifs des AOX mais plutôt une multitude d'autres substances organiques.

### Référence bibliographique [134, UBA, 2003]

## 4.7.6.3 Filtration sur membrane

### Description

La séparation des substances dans des procédés avec membrane est amenée par les perméabilités différentielles de la membrane pour différents composés chimiques. Ici un composé au moins du mélange de substances à séparer – en général les solvants – sera en mesure de traverser la membrane sans résistance, alors que les autres éléments sont maintenus dans une plus ou moins grande mesure. La fraction qui est retenue représente le concentrat ; la matière qui traverse la membrane est appelée le perméat.

Les procédés de traitement suivants, regroupés en fonction de la dimension des pores, sont actuellement utilisés sur le plan technique :

- |                        |                   |                         |
|------------------------|-------------------|-------------------------|
| • microfiltration (MF) | (>0,6 (µm,        | >500 000 g/mole)        |
| • ultrafiltration (UF) | (0,1 à 0,01 (µ,   | 1 000 à 500 000 g/mole) |
| • nanofiltration (NF)  | (0,01 à 0,001 (µ, | 100 à 1 000 g/mole)     |
| ▪ osmose inverse (RO)  | (<0,001 (µ,       | <100 g/mole)            |

Problèmes à prendre en compte :

- a. la valeur du pH dans les eaux résiduaires à traiter peut être augmentée afin d'accélérer les réactions et/ou d'améliorer les valeurs de charge
- b. un filtre fin peut être connecté à l'avant de l'adsorbant au charbon actif pour retenir les solides nocifs
- c. l'amortissement du charbon actif, en utilisant des granulés fins au lieu de poudres et leur envoi en dessous du niveau de l'eau dans le réacteur/bassin peuvent aider à surmonter les problèmes dus à la formation de poussière lors de l'agitation.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les techniques membranaires permettent de traiter les eaux résiduaires contenant des polluants organiques et inorganiques sans ajouter des quantités considérables de produits chimiques.

### **Effets multimiliers**

Par le biais de l'optimisation du procédé, le perméat d'une installation à membrane doit en général être purifié de manière suffisante pour être recyclé dans le procédé industriel ou pour respecter les normes de qualité minimales pour le rejet dans les plans d'eau. Le concentrat est en général soumis à un autre traitement, tel que :

- réemploi
- élimination
- évaporation
- immobilisation.

### **Applicabilité**

Les techniques membranaires telles qu'utilisées pour la séparation des substances et l'accumulation des substances sont devenues une technologie clef dans le traitement des eaux résiduaires car étant donnée la nature purement technique de la séparation, aucun produit chimique n'est nécessaire (sauf pour le nettoyage de la membrane). En conséquence, les composants de séparation ne sont pollués ni sur le plan chimique, ni sur le plan thermique. Ces facteurs expliquent que ce traitement est efficace même pour des installations plus petites et dans des traitements d'eau décentralisés par rapport au lieu d'origine.

L'applicabilité des techniques membranaires est influencée tant par la construction que par la conception des systèmes de modules/membrane et par un certain nombre de facteurs limitant supplémentaires.

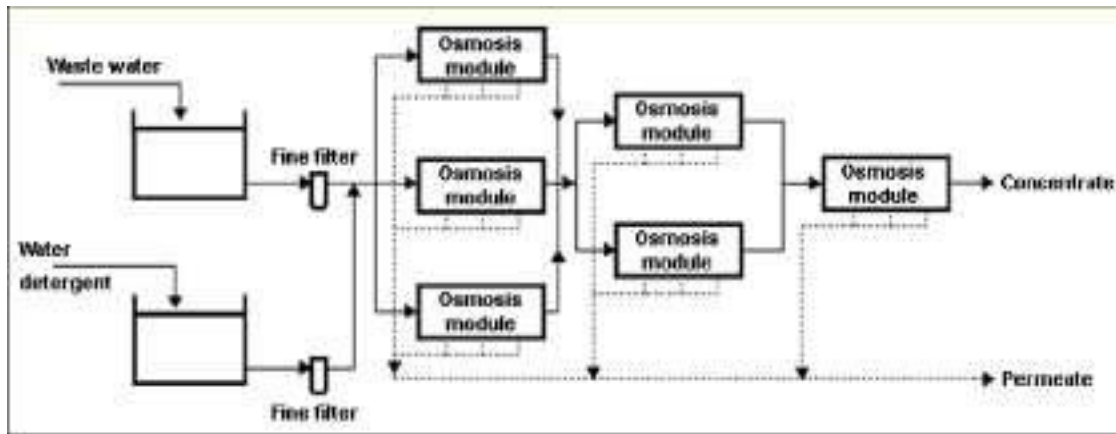
Certains de ces facteurs sont :

- des facteurs endommageants : chlore libre, solvants organiques, oxydants forts
- facteurs bloquants
- encrassement (hydroxydes de métaux, colloïdes, substances biologiques, substances organiques)
- entartrage (précipitation des sels avec faible solubilité)
- facteurs gênant les performances
- pression osmotique, viscosité

Toutefois, ces facteurs ne sont pas l'exclusivité des techniques membranaires. Ils exigent néanmoins une pré-évaluation détaillée de l'eau qui doit être traitée en fonction des éléments suivants :

- choix de la membrane (polymère ou céramique)
- sélection du matériau (synthétique, acier)
- prétraitement nécessaire (filtration, inhibition, biocides etc.)
- programme d'épuration (acide, basique).

### **Installations type**



Waste water	Eaux résiduaires
Fine Filter	Filtre fin
Water detergent	Détergeant d'eau
Fine Filter	Filtre fin
Osmosis module	Module d'osmose
Osmosis module	Module d'osmose
Osmosis module	Module d'osmose
Osmosis module	Module d'osmose
Osmosis module	Module d'osmose
Osmosis module	Module d'osmose
Concentrate	Concentrat
Permeate	Perméat

**Figure 4.11 : Exemple de schéma représentant une installation avec osmose inverse en trois étapes [150, TWG, 2004]**

#### Références bibliographiques

[134, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

#### 4.7.6.4 Traitement à l'ozone/aux UV

##### Description

Les eaux résiduaires fortement polluées peuvent être traitées avec de l'ozone seul ou avec de l'ozone et des ultraviolets en combinaison avec des procédés de traitement biologique.

La réaction avec l'ozone est une réaction chimique par voie humide. Lorsque le pH est en dessous de 9, l'ozone réagit ioniquement par décomposition, abandonnant un atome d'oxygène actif ou réagit en tant que radical par adsorption de la totalité de la molécule avec des liaisons doubles de carbone organique, la rupture intervenant à des valeurs de pH supérieures à 9. Il est également possible de créer des radicaux oxygène ou des radicaux hydroxyles à partir de l'ozone par une exposition aux rayons ultraviolets. Ces radicaux sont encore plus réactifs que l'ozone.

D'autres composés azotés peuvent être dégradés par le biais d'une combinaison du traitement à l'ozone avec des procédures biologiques. Dans ce cas, les eaux résiduaires sont transportées par une pompe d'influx dans un conteneur de dénitrification. De l'acide phosphorique est ajouté à l'influx. Avant que le fluide ne pénètre dans le conteneur de dénitrification, le retour de la nitrification est ajouté.

Dans les réacteurs à ozone, l'ozone peut réagir avec des substances oxydables contenues dans les eaux résiduaires. En aval des réacteurs à UV, l'ozone qui reste dans l'eau est détruit ou converti en radicaux qui réagissent ensuite avec les substances organiques.

L'oxygène restant est utilisé par les bactéries aérobies pour la nitrification.

Après le traitement à l'ozone et aux ultraviolets, une partie de l'eau de cyclage est rejetée du procédé dans le flux sortant sous forme d'eau résiduaire épurée.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

L'oxydation chimique par voie humide avec de l'ozone seul ou avec de l'ozone en combinaison avec des rayons ultraviolets réduit la concentration de :

- hydrocarbures organiques dissous (DOC)
- hydrocarbures halogénés
- hydrates de carbone aromatiques polycycliques (PAC)
- pesticides
- dioxines
- micro-organismes (pathogènes).

L'objectif de l'oxydation chimique par voie humide est la dégradation directe des polluants à basse pression et température. L'ozone réagit avec toutes les substances organiques qui contiennent des doubles liaisons carbone-carbone.

Certains composés aliphatiques à chaîne courte et des composés carbone-halogène ne réagissent pas facilement avec l'ozone. Les liaisons de ces molécules peuvent facilement être rompues si de l'ozone et des rayons ultraviolets sont appliqués en combinaison.

En fonction des conditions aux limites (type de contenu des eaux résiduaires, pénétration d'ozone, temps de réaction) la réaction peut produire du dioxyde de carbone au point d'oxydation complet et des substances dégradables biologiquement (augmentation de la  $DBO_5$ ) ou des substances qui ne sont pas facilement biodégradables.

#### **Effets multimilieux**

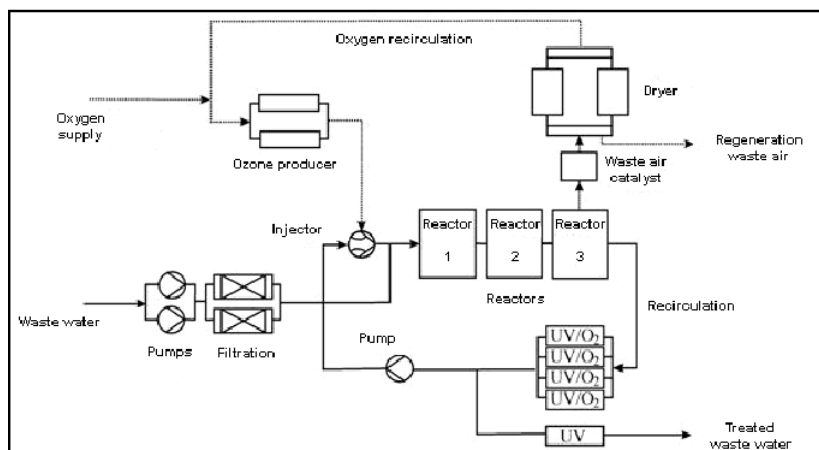
Si le traitement ozone/UV est combiné avec une phase biologique, le traitement biologique produit des boues d'épuration qui doivent ensuite être soumises à un autre traitement.

#### **Applicabilité**

Certains problèmes à envisager sont :

- le traitement ozone/UV n'altère pas les produits aliphatiques à chaîne plus longue sans double liaison.
- avec des eaux résiduaires colorées ou turbides, le traitement n'est possible que si le traitement aux UV n'est pas nécessaire pour dégrader le contenu
- les substances inorganiques contenues dans les eaux résiduaires ne sont pas modifiées et de fortes concentrations de sel peuvent entraîner une perturbation de procédé.

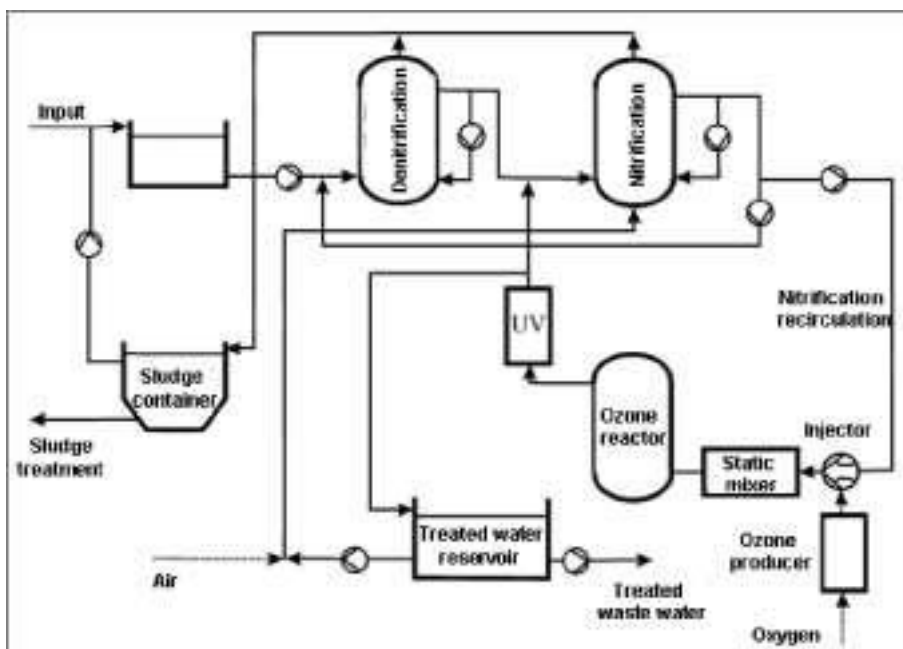
#### **Installations type**



**Figure 4.12 : Exemple d'organigramme représentant le traitement des eaux résiduaires à l'ozone/UV [150, TWG, 2004]**

Oxygen supply	Alimentation en oxygène
Oxygen recirculation	Recirculation de l'oxygène
Ozone producer	Producteur d'ozone
Dryer	Sécheur
Waste air catalyst	Catalyseur d'air résiduaire
Regeration waste air	Régénération de l'air résiduaire
Injector	Injecteur
Reactor	Réacteur
Waste water	Eau résiduaire
Pumps	Pompes
Filtration	Filtration
Pump	Pompe
Reactors	Réacteurs
Recirculator	Recirculateur
Treated waste water	Eau résiduaire traitée





Input	Entrée
Denitrification	Dénitrification
Nitrification	Nitrification
Sludge container	Conteneur de boues d'épuration
Sludge treatment	Traitement des boues d'épuration
Ozone reactor	Réacteur à l'ozone
Nitrification Recirculation	Recirculation de la nitrification
Static mixer	Mélangeur statique
Injector	Injecteur
Treated water reservoir	Réservoir d'eau traitée
Treated waste water	Eau résiduaire traitée
Ozone producer	Producteur d'ozone
Oxygen	Oxygène
Air	Air

**Figure 4.13 :** Exemple d'organigramme représentant un traitement biologique et aux ultraviolets [150, TWG, 2004]

#### Références bibliographiques

[134, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 4.7.7 Signalisation des composants dans les effluents générés dans les installations de traitement des déchets

#### Description

L'objectif de cette section est de donner certaines directives sur le type de paramètres de l'eau (polluants) à analyser dans les effluents à la sortie d'une installation de traitement des déchets. Le Tableau 4.78 ci-dessous donne des informations sur les paramètres de l'eau analysés, sur les niveaux réalisables, la

fréquence de la mesure et indique si un paramètre est surveillé de manière continue et précise le type d'installations de traitement des déchets qui a besoin d'un paramètre particulier.

Paramètres de l'eau	Niveaux d'émission atteints (mg/l)	Moyenne dans le temps (en continu, tous les jours, tous les mois, tous les ans)	Exemple d'installations de traitement des déchets dans laquelle le paramètre a été signalé
pH		Continu	Totalité
Solides secs	17 000 à 27 000		Traitements physico-chimiques
Solides en suspension	0,1 à 79	Continu	Totalité
Conductivité ( $\mu$ S/cm)	900 à 21 000	Continu	Traitements physico-chimiques
Azote total	110 à 3 500	Mensuel	Traitements physico-chimiques et biologiques
Ammoniac	10 à 2 500		Traitements physico-chimiques et biologiques
Nitrite	0,01 à 10		Totalité
Nitrate	0,9 à 10		Traitements physico-chimiques et biologiques
Phosphore total	<0,1 à 2,6	Mensuel	Traitant des déchets phosphorés, par ex. traitements physico-chimiques
Total chlorure	1 500 à 18 240		Traitements physico-chimiques et biologiques
Exempt de chlorure	<0,1 à 0,4		Traitements physico-chimiques
Exempt de cyanure	0,01 à 0,1		Traitements physico-chimiques
Fluorure	0,5 à 10		Traitements physico-chimiques
Total cyanure	<0,1		Traitements physico-chimiques
Sulfates	65 à 1 070		Traitements physico-chimiques
Sulfites	< 1 à 50		Traitements physico-chimiques
Sulfures	<0,1		Traitements physico-chimiques
Toxicité aquatique			
Indicateurs microbiens (par ex. pathogènes)			
Luminescence bactérienne			
DBO	20 à 3 000		
BTEX	<0,1 à 0,7		Traitements physico-chimiques
DCO	120 à 5 000		Totalité
Détergents	0,6 à 5,3		
Hydrocarbures	<0,1 à 3,8		Totalité
PAH			
AOX	0,1 à 0,5		Totalité
Phénols	0,1 à 1,9		Traitements physico-chimiques
COV	0,01 à 0,1		Traitements physico-chimiques
Solvants			
COT			
TPH			
Métaux		Mensuel	Traitement physico-chimique

Ag	<0,1		
Al	0,1 à 2		Traitements physico-chimiques
As	0,01 à 0,1		Déchets contenant de l'arsenic Traitements physico-chimiques
Ba	<5		Traitements physico-chimiques
Cd	<0,1		Traitements physico-chimiques
Co	0,1 à 1,0		Traitements physico-chimiques
Cr(VI)	0,01 à 0,1		Traitements physico-chimiques
Cr	0,1 à 0,5		Traitements physico-chimiques
Cu	<0,1 à 0,5		Traitements physico-chimiques
Fe	0,1 à 5,2		Traitements physico-chimiques
Hg	0,001 à 0,01		Traitements physico-chimiques
Mn	0,1 à 0,9		
Ni	0,1 à 1,0		Traitements physico-chimiques
Pb	0,1 à 0,5		Traitements physico-chimiques
Se	<0,1		Traitements physico-chimiques
Sn	0,1 à 2,0		Traitements physico-chimiques
Zn	0,1 à 2,0		Traitements physico-chimiques

**Tableau 4.78 : Paramètres de l'eau surveillés dans des installations de traitement des déchets**  
 [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [134, UBA, 2003], [59, Hogg et al., 2002], [150, TWG, 2004]

#### Avantages obtenus pour l'environnement

Identifie et aide à surveiller les polluants qui sont rejetés en règle générale.

#### Installations type

En général, l'autorisation de rejet reflète le type d'activités mises en œuvre sur le site, c'est-à-dire que ceux qui gèrent des volumes importants de solvant doivent tester la teneur en solvant ; pour d'autres installations, seul le pH et la DCO seront à tester.

#### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [59, Hogg et al., 2002], [86, TWG, 2003], [116, Irish EPA, 2003], [134, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

### 4.7.8 Exemples de certaines stations d'épuration dans le secteur

[56, Babbie Group Ltd, 2002]

Dans un exemple de station d'épuration des eaux résiduaires utilisée dans des installations de traitement des huiles usagées les déchets aqueux peuvent traverser une unité physico-chimique où du chlorure de fer est ajouté en qualité de floculant et où les boues d'épuration sont évacuées dans un filtre-pressé. La phase aqueuse peut ensuite être dosée avec des polyélectrolytes et de la chaux pour augmenter le pH et pour produire une autre couche de boue d'épuration qui est ensuite envoyée vers le presse-boue. Les liqueurs issues de la presse plus les liqueurs surnageantes sont envoyées dans un traitement biologique, mais désormais les liqueurs seront essentiellement exemptes de résidus huileux et de métaux et le niveau de DCO global aura également été réduit.

## 4.8 Gestion des résidus

Le mot « résidu » est utilisé dans cette section pour désigner les déchets solides générés par l'activité de traitement des déchets et n'est pas directement lié au type de déchets traités dans l'installation. C'est le même type de convention utilisé dans le Chapitre 3 et sur l'ensemble du document (voir également Glossaire). Le Chapitre 3 a appelé les déchets sortants de l'installation des déchets SORTANTS. Les déchets SORTANTS ont une relation directe avec les déchets entrants. Dans le Chapitre 3, ces déchets ont été appelés les déchets générés par le procédé, comme on le voit dans le schéma de la Figure 3.1. Cette section couvre les types de techniques suivantes :

- techniques pour la réduction des déchets générés à la suite du traitement (analysées dans chaque section du présent chapitre)
- gestion des déchets générés à la suite du traitement et
- techniques portant principalement sur la réduction de la contamination du sol.

### 4.8.1 Plan de gestion des résidus

#### Description

La minimisation des déchets est une approche systématique de la réduction des déchets à la source, et il est nécessaire de modifier les procédés et les activités pour éviter les déchets et réduire ces derniers. Une variété de techniques peut être classée sous le terme général de réduction des déchets :

- des techniques d'entretien de base
- aux techniques de mesure statistiques
- à l'application de technologies propres
- et à l'utilisation des déchets en qualité de combustible.

Certaines techniques comportent notamment :

- a. l'analyse des boues/gâteau de filtration pour s'assurer que les objectifs du procédé de traitement sont satisfaits et que le procédé fonctionne correctement. Les gâteaux de filtration et les boues de traitement sont en général analysés moins fréquemment mais une analyse peut toujours permettre un calcul des niveaux de métaux. Les gâteaux de filtration et les boues de traitement ne sont normalement pas adaptés pour une mise en décharge, car ils ne respectent pas les critères de la Directive sur les décharges.
- b. l'identification, la caractérisation et la quantification de chacun des flux de déchets générés et qui doivent être retirés de l'installation. Le maintien d'un système de suivi des déchets peut aider les opérateurs à consigner la quantité, la nature, l'origine et, le cas échéant, la destination, la fréquence de collecte, le mode de transport et la méthode de traitement de tout déchet qui est éliminé ou récupéré de ce côté.
- c. l'identification des organisations de manutention actuelles ou envisagées

- d. la description complète de la manière dont on envisage la récupération ou l'élimination des flux de déchets. S'ils doivent être éliminés, des explication doivent couvrir pourquoi la récupération n'est techniquement et économiquement pas possible puis décrire /expliquer les mesures envisagées pour éviter ou réduire l'impact sur l'environnement
- e. s'assurer que la teneur en solides secs n'est pas inférieure à 15 m/m-%, pour faciliter la manutention du mélange
- f. s'assurer que les accumulations de poussières exigeant une élimination sont analysées afin de s'assurer qu'une filière d'élimination correcte est choisie, par exemple, pour le pH, la DCO, les métaux lourds et autres contaminants connus issus de déversements.

Certaines techniques de minimisation comportent :

- g. le recyclage du gâteau de filtration issu du traitement des solutions acides et basiques et la précipitation des métaux, car ils peuvent contenir certains niveaux de pourcentage de métaux tels que du zinc et du cuivre avec des options pour la récupération des métaux
- h. le recyclage des fûts contaminés. Les fûts de 205 litres non endommagés et les conteneurs intermédiaires pour produits en vrac de 800 et 1 000 litres peuvent être récupérés avec nettoyage et reconditionnement. Les conteneurs endommagés pour lesquels il n'y a pas de marché de reconditionnement et qui ont contenu des matériaux non dangereux peuvent être rejetés dans le marché des métaux secondaires. Lorsque cela est possible, les conteneurs vides qui sont en bon état et qui sont exempts ou qui contiennent uniquement des quantités insignifiantes de déchets résiduels doivent être envoyés pour reconditionnement et réutilisation ou recyclage
- i. l'utilisation de conteneurs multi-utilisables au lieu de fûts universels le cas échéant
- j. l'utilisation de déchets avec une teneur en chaleur suffisante et de faibles valeurs de contamination (voir Sections Systèmes d'énergie) en qualité de combustible primaire/secondaire
- k. la mise en œuvre d'opérations de bonne gestion, qui peuvent être aussi simples que le balayage avant le lavage des sols, ces mesures pouvant réduire de manière significative les volumes de déchets.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Les étapes ci-dessus assurent une utilisation prudente des ressources naturelles et peuvent réduire la génération de déchets dans les installations de traitement des déchets. Réduit les émissions de la gestion des résidus gérés dans les installations et minimise la quantité de résidus intervenant ; aide également à identifier une bonne filière d'élimination.

Des contaminants solubles peuvent apparaître dans l'éluant avec l'eau retirée par l'opération de presse-filtre.

### **Effets multimiliieux**

La combustion des résidus peut entraîner une augmentation des émissions dans l'air par rapport à l'utilisation de combustibles classiques.

### **Données opérationnelles**

Remarque concernant la technique « h » (dans la section Description ci-dessus), avant de réutiliser les fûts, les étiquettes et les inscriptions doivent être retirées.

### **Applicabilité**

L'utilisation des résidus en qualité de combustible est commune dans les installations de traitement des huiles usagées.

La réutilisation des emballages et des palettes varie également selon que l'emballage est destiné à être réutilisé ou non. Dans plusieurs cas, une telle réutilisation peut entrer en conflit avec les réglementations ADR si l'emballage n'est pas mis en conformité de manière appropriée.

Remarque concernant la technique « h » (dans la section description ci-dessus), le recyclage des fûts doit tenir compte de la contamination des fûts avec leur contenu. Les fûts qui ne sont pas adaptés à un recyclage direct sont en général envoyés pour un traitement approprié, notamment l'incinération. Par exemple, les fûts de polyéthylène sont totalement incinérés, les fûts en acier sont nettoyés et en général triés des scories et recyclés ensuite. La mise en décharge des fûts contaminés est en général exclue.

### Aspects économiques

En termes d'investissement en capital et de frais d'exploitation, le traitement des boues est un élément significatif et la gestion et l'élimination des déchets solides restent l'un des problèmes fondamentaux auxquels sont confrontés les opérateurs.

### Agent moteur pour la mise en œuvre

La prévention et la minimisation de la génération des déchets ainsi que la réduction de leur dangerosité est un principal général des IPPC et de la hiérarchie des déchets.

Les types de déchets produits sur chaque site font, dans de nombreux pays, partie des procédés d'autorisation. Le permis peut également décrire comment stocker lesdits déchets et souvent, comment les utiliser.

La réutilisation des fûts est limitée aux cas où les fûts continuent à être adaptés à l'objectif, conformément aux règles ADR, et peuvent facilement être nettoyés. Tous les autres fûts doivent être prétraités avant que les déchets ne puissent être réutilisés.

### Installations type

En Allemagne, l'utilisation de fûts a été réduite autant que faire se peut.

### Références bibliographiques

[55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004]

## 4.8.2 Techniques pour prévenir la contamination du sol

### Description

Ces techniques concernent les déversements d'eau et les autres émissions fugitives déjà traitées en Section 4.1.3.6 et le déclassement qui a déjà été traité en Section 4.1.9. Certaines techniques spécifiques comportent :

- fournir puis entretenir les surfaces des aires opérationnelles, y compris l'application de mesures pour éviter ou éliminer rapidement les fuites et les déversements et assurer l'entretien des systèmes de drainage et autres structures souterraines
- utiliser une base imperméable et un drainage interne au site
- appliquer des systèmes de drainage et des fosses séparés permettant l'isolation de secteurs spécifiques du site où les déchets sont gérés et mis en vrac, afin de contenir les déversements éventuels et de protéger le drainage des eaux de surface contre la contamination. Ceci peut aider à réduire les émissions liquides
- minimiser le site d'installation et minimiser l'utilisation des cuves et des canalisations souterraines
- mettre en œuvre la surveillance régulière des cuves en sous-surface à la recherche de fuites potentielles (par ex. contrôle du niveau des cuves pendant les périodes d'inactivité)
- concevoir des zones sous forme de merlons étanches à l'eau où sont transférés les liquides mettant en danger les eaux. Le merlon doit être étanche de sorte qu'en cas d'accident, le liquide dangereux puisse être contenu jusqu'à la mise en place des mesures de sécurité



- g. s'assurer que les zones de manipulation des substances mettant en danger l'eau ainsi que les zones protégées par de merlons sont particulièrement protégées contre les infiltrations, par exemple, par de la peinture, des revêtements, la qualité du béton, les systèmes d'étanchéité appliqués à l'intérieur. Ici, les systèmes d'étanchéité doivent pouvoir être inspectés à tout moment
- h. équiper les conteneurs utilisés pour le stockage/l'accumulation des matières mettant en danger l'eau de double parois ou les entreposer dans des réservoirs entourés de merlons. Ici, leur capacité volumique doit être mesurée de sorte que le volume total du conteneur le plus important puisse être collecté ou 10 % du volume de tous les conteneurs ; le volume le plus important étant décisif
- i. équiper les conteneurs usagés pour le stockage/l'accumulation de matières mettant en danger l'eau avec des contrôles contre les débordements, reliés à un relais de signalisation avec la salle de commande ainsi qu'avec des signaux optiques et acoustiques. Les pompes utilisées pour remplir les conteneurs ainsi que les dispositifs d'obturation associés (par ex. vannes tiroir) doivent y être connectés au contrôle de débordement.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Peut prévenir la contamination à court et long terme du site. La minimisation des cuves et des conduites enterrées facilite les tâches d'entretien ainsi que les inspections.

### **Effets multimilieux**

On a identifié dans certains cas des problèmes tels que des fissures, des sorties bloquées sur les drains, les canaux de drainage des graviers entre les dalles de béton.

### **Applicabilité**

La plupart des sites ont une base imperméable et fonctionnent sur un drainage de site interne (par ex. base de béton complète).

### **Agent moteur pour la mise en œuvre**

L'IPPC exige que dans la mise en œuvre des activités industrielles, il n'y ait pas de risques de pollution à partir du site. Certaines directives de l'Union européenne et des législations nationales s'appliquent également pour prévenir la contamination des sols.

### **Installations type**

Certains exemples ont été signalés où la quasi-totalité des sites ont une base imperméable et un drainage de site interne, dont l'état était suspect. La quasi-totalité des stations de transfert de déchets dangereux a une base sûre qui est posée avec des chutes qui drainent les eaux de pluie et les déversements liquides/solides vers un ou plusieurs réservoirs ou séparateurs de liquide.

Les installations physico-chimiques sont en général équipées de systèmes d'étanchéité pour éviter les déversements qui peuvent atteindre les eaux souterraines ou contaminer le sous-sol. Le choix des matériaux de construction est d'une importance fondamentale pour toutes les mesures de protection d'émissions techniques ; ils doivent offrir une résistance élevée, par exemple contre les acides, les bases, les solvants organiques (en fonction de l'application).

### **Références bibliographiques**

Viscolube, 2002], [55, UK EA, 2001], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [121, TWG, et Institute for environmental et waste management, 2002], [135, UBA, 2003], [150, TWG, 2004]

## **4.8.3 Techniques pour réduire les accumulations de résidus à l'intérieur de l'installation**

### **Description**

Certaines techniques comportent les opérations suivantes :

- a. établir une distinction claire entre le personnel commercial et leurs rôles et responsabilités. Si le personnel commercial non-technique est impliqué dans des enquêtes sur l'élimination des déchets, dans ce cas, une évaluation technique finale avant l'approbation doit être établie. C'est le contrôle technique final qui doit être utilisé pour éviter une accumulation de déchets et assurer que le site dispose d'une capacité suffisante. Les flux commerciaux n'ont pas à réguler l'arrivée des déchets sur le site, c'est plutôt à un flux spécifique de coordination, impliquant le personnel technique également
- b. éviter une accumulation des déchets qui peut, à son tour entraîner une détérioration ou une déformation du conteneur
- c. maintenir une surveillance de l'inventaire des déchets sur site en utilisant des archives sur la quantité des déchets reçus et des enregistrements des déchets traités
- d. mettre en œuvre un inventaire mensuel de tous les déchets sur site afin de surveiller les niveaux de stock et identifier tout vieillissement de déchets sur site
- e. s'assurer que toutes accumulations de liquides dans les merlons, les fosses, etc. sont traitées sans tarder.

#### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Dans certaines installations, on a signalé que l'incapacité à assurer un débit adéquat des déchets a entraîné le stockage d'un nombre important de déchets, fûts et conteneurs. En général, les déchets impliqués ne sont pas contrôlés et les fûts sont fréquemment abandonnés et se détériorent. De telles situations sont fréquemment associées avec des dégagements de site à grande échelle et peuvent être accompagnées de pressions exercées par la concurrence et de l'insistance des clients à accepter des flux de déchets supplémentaires. En règle générale, les déchets impliqués sont difficiles à traiter et/ou manipuler et ont pu être transférés entre différents opérateurs avec, en conséquence, une perte d'informations sur le producteur et la composition initiale.

Les accumulations à long terme peuvent également compromettre les normes liées à la tenue d'archives qui, à leur tour, peuvent se traduire par une perte d'identité des déchets, exacerbant encore la situation du stockage.

#### **Agent moteur pour la mise en oeuvre**

En général, dans les permis d'exploitation, la quantité de différents types de déchets à autoriser pour le stockage est bien définie. Une capacité limitée sera portée dans leur permis et un délai peut être donné pour préciser le laps de temps entre la réception des déchets et leur traitement.

#### **Références bibliographiques**

[55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003]

### **4.8.4 Favoriser les échanges externes de résidus**

#### **Description**

Si le réemploi d'un résidu à l'intérieur d'une installation de production est la manière la plus désirable de le recycler, il n'est pas toujours possible de trouver un autre département ou procédé qui utilise de manière efficace les résidus. Une alternative peut donc être de localiser une autre société qui peut utiliser le résidu. Une bourse des déchets est un centre régional d'échange pour ce type de transactions. Les bourses de déchets tiennent des bases de données informatiques et/ou publient des listes périodiques de déchets disponibles ou de matériaux recherchés par diverses industries. La base d'informations de la bourse de déchets comporte en général :

- a le code d'identification de la société
- b la catégorie (par ex., acide, solvant, etc.)
- c la description des éléments constitutifs primaires utilisables
- d. les contaminants
- e. l'état physique
- f. la quantité
- g. le secteur géographique
- h. l'emballage.

### **Avantages obtenus pour l'environnement**

Permet une utilisation ou une élimination plus appropriée d'un déchet.

### **Références bibliographiques**

[53, Hogg et al., 1994]

## 5 MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

Pour bien comprendre ce chapitre et son contenu, le lecteur est invité à se reporter à la préface du document et plus particulièrement à la cinquième partie intitulée « Comment comprendre et utiliser ce document ». Les techniques et les niveaux, ou les fourchettes de niveaux, d'émission et/ou de consommation y afférents exposés dans ce chapitre ont été évalués à travers un processus itératif comportant les étapes suivantes :

- recensement des principaux problèmes environnementaux du secteur, notamment : les rejets dans l'atmosphère, les rejets dans l'eau, les déchets, la contamination du sol, ainsi que l'énergie. Néanmoins, compte tenu de la variété des traitements des déchets et des types de déchets concernés par ce document, tous les types d'émissions ne sont pas pertinents pour tous les traitements de déchets.
- étude des techniques les plus pertinentes pour appréhender ces questions clés.
- identification des meilleurs niveaux de performance par rapport à l'environnement, en se fondant sur les données disponibles en Europe et de par le monde
- étude des conditions dans lesquelles ces niveaux de performance ont été atteints, tels que les coûts, les effets multimiliés, les principales forces motrices impliquées dans la mise en œuvre de ces techniques
- sélection des meilleures techniques disponibles (MTD) et des niveaux d'émission et/ou de consommation qui leur sont associés pour ce secteur, au sens général, conformément à l'article 2 paragraphe 11 et à l'annexe IV de la directive.

L'avis des experts du Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP) et du groupe de travail technique (TWG) concerné a joué un rôle clé, dans chacune de ces étapes et dans la manière dont l'information est présentée ci-après.

Sur la foi de ces évaluations, ce chapitre présente les techniques et dans la mesure du possible, les niveaux d'émission et de consommation associés à l'utilisation des MTD, considérées comme adaptées au secteur dans son ensemble. Dans de nombreux cas, il reflète les performances actuelles de certaines installations du secteur. Lorsque des niveaux d'émissions et de consommation « associés à l'utilisation des meilleures techniques disponibles » sont présentés, il y a lieu de comprendre que ces niveaux correspondent aux performances environnementales prévisibles en tant que résultat de l'application des techniques décrites dans le secteur considéré, en gardant présent à l'esprit le bilan entre coûts et avantages inhérent à la définition des MTD. Néanmoins, ce ne sont pas des valeurs limites d'émission ou de consommation et elles ne doivent en aucun cas être considérées comme telles. Dans certains cas, il peut être techniquement possible d'atteindre de meilleurs niveaux d'émissions ou de consommation, mais en raison des coûts entraînés ou de considérations relatives aux effets multimiliés, ces techniques ne peuvent être considérées comme des MTD appropriées pour le secteur dans son ensemble. Néanmoins, dans des cas plus spécifiques, on peut considérer qu'il est justifié d'atteindre ces niveaux lorsqu'il existe des forces motrices particulières.

Les niveaux de consommation et d'émission associés à l'utilisation des MTD doivent toujours être vus à la lumière de toutes les conditions de références spécifiées (par exemple, périodes de calcul des moyennes).

Il faut distinguer la notion de « niveaux associés à des MTD » telle que décrite ci-dessus, de la notion de « niveau pouvant être atteint » utilisée par ailleurs dans le présent document. Lorsqu'il est question d'un niveau pouvant être atteint par l'utilisation d'une technique particulière ou d'une combinaison de techniques données, il y a lieu d'entendre que l'on peut s'attendre, en utilisant ces techniques, à voir ce niveau atteint en un laps de temps considérable dans une installation ou un procédé bénéficiant de bonnes conditions de maintenance et d'exploitation.

Lorsqu'elles étaient disponibles, les données relatives aux coûts ont été indiquées au chapitre précédent, en même temps que la description des techniques. Elles permettent d'avoir une idée approximative de l'ampleur des coûts sous-jacents. Toutefois, le coût réel de l'application d'une

technique dépend grandement de la situation spécifique eu égard, par exemple, aux taxes ou impôts, aux frais et caractéristiques techniques de l'installation considérée. Il n'est pas possible dans ce document d'évaluer ces facteurs qui sont spécifiques à chaque site. En l'absence de données relatives aux coûts, les conclusions sur la viabilité économique des techniques sont tirées des observations effectuées sur les installations existantes.

Les MTD de ce chapitre sont destinées à servir de référence pour l'évaluation des performances actuelles d'une installation existante ou pour l'évaluation des propositions de nouvelles installations.

En ce sens, elles aideront à définir des conditions appropriées « basées sur les MTD » pour l'installation ou à établir des règles contraignantes générales en application de l'Article 9, paragraphe 8.

Il est prévu que les nouvelles installations peuvent être conçues pour fonctionner à des niveaux de performance équivalents voire plus élevés que les niveaux généraux des MTD présentées dans ce document. On considère également que des installations existantes pourraient évoluer pour atteindre les niveaux généraux des MTD voire les dépasser selon l'applicabilité technique et économique des techniques dans chacun des cas considérés.

Bien que les documents de référence pour les MTD ne fixent pas de normes juridiquement contraignantes, ils ont vocation à fournir des informations pour éclairer l'industrie, les Etats membres ou le public quant aux niveaux d'émission et de consommation pouvant être atteints moyennant l'utilisation de certaines techniques spécifiques. Les valeurs limites adéquates pour chaque cas particulier devront être déterminées compte tenu des objectifs de la directive PRIP et des considérations locales.

### **Quelques points clés pour aider les utilisateurs/lecteurs de ce document**

Pendant la préparation de ce document, des questions, nombreuses et importantes, ont été soulevées et examinées par le groupe de travail technique ; la connaissance de ces questions est susceptible d'aider les utilisateurs/lecteurs de ce document.

- En raison de la nature complexe du secteur, il est fortement recommandé de lire le Chapitre 5 en conjonction avec le Chapitre 4. Pour aider les utilisateurs/lecteurs sur ce sujet, des renvois au Chapitre 4 ont été inclus dans le Chapitre 5.
- De nombreux facteurs peuvent influencer les décisions quant à l'opportunité, pour une installation de traitement de déchets, d'appliquer ou non une certaine technique de traitement ou une certaine technique de réduction de la pollution. Des facteurs comme le type de traitement et le type de déchets traités peuvent être pris en compte lorsque ce document est utilisé au niveau local.
- En complément des MTD auxquelles il est fait référence dans ce chapitre, les MTD pour une installation de traitement des déchets comportent également des éléments en provenance d'autres documents IIPC et des réglementations internationales. Dans ce contexte, il convient d'apporter une attention particulière aux documents de référence sur les meilleures techniques disponibles (BREF) concernant les émissions en provenance des stockages, les systèmes de refroidissement industriels, les systèmes de traitement/ gestion des eaux résiduaires et des rejets gazeux dans le secteur de la chimie, l'incinération de déchets, sans oublier le document de référence sur les principes généraux de surveillance.
- Une installation de traitement des déchets couverte dans ce document n'est qu'un maillon de l'ensemble de la chaîne de gestion des déchets. La situation se présentant en amont ou en aval d'une installation de traitement des déchets revêt une importance considérable pour l'installation, et a donc une influence sur ses performances environnementales.
  - La gestion des déchets dans son ensemble met en jeu de nombreux types d'opérations de traitement, (chaîne d'opérations) qui au final déboucheront sur la valorisation ou sur l'élimination, actions qui peuvent être extérieures au champ d'application de ce BREF. Par exemple si on se réfère à la hiérarchie des déchets, les opérations de valorisation prennent le pas sur l'élimination. Néanmoins, dans certaines situations, on a pu voir que

cette hiérarchie peut ne pas être le meilleur choix eu égard à l'environnement notamment si l'on tient compte des effets sur la chaîne complète de la gestion des déchets (hors du champ d'application du présent document).

Ces considérations, en même temps que les aspects non environnementaux peuvent avoir une influence sur le choix du traitement appliqué

### **Contributions à la compréhension du reste du chapitre**

Dans ce chapitre, les conclusions MTD pour le secteur du traitement des déchets sont présentées en deux niveaux.

La Section 5.1 concerne les conclusions MTD génériques : elles sont en général applicables à l'ensemble du secteur. Les exceptions, c'est-à-dire les cas ou les circonstances pour lesquelles les MTD ne sont pas applicables, figurent dans les conclusions sur les MTD.

La Section 5.2 comporte les conclusions sur les MTD plus spécifiques, à savoir celles relatives aux différents types de procédés et d'activités spécifiques définis dans le champ d'application. Aussi, la MTD pour un type donné d'installation de traitement des déchets est la combinaison des éléments spécifiques autres que des éléments d'activité appliqués au traitement des déchets (questions génériques ou courantes) et des éléments d'activités spécifiques applicables au cas particulier ainsi que des autres BREF mentionnés ci-dessus. Les valeurs d'émission associées à l'utilisation des MTD dans ce chapitre correspondent à des moyennes journalières.

En raison de la très grande variété de types de déchets qui sont couverts dans ce document, il est pratiquement impossible de prendre en considération toutes les différences qui peuvent être trouvées dans l'Union européenne. Pour cette raison, les déchets sont classés en deux types dans ce chapitre. Le premier traite des déchets non dangereux qui représentent le fondement général des MTD pour le secteur des déchets. Le deuxième correspond quant à lui à des déchets moins inoffensifs, (par exemple des déchets dangereux) où des mesures supplémentaires peuvent être incluses en tant que MTD. *Pour faciliter la lecture, les MTD traitant des déchets dangereux sont présentés en italique.*

Dans ce document en particulier, les MTD sont décrites en termes qualitatifs et reposent essentiellement sur la pratique actuelle : la raison en est le manque d'informations concernant la quantification des paramètres de performance environnementaux, (par exemple, émissions et les consommations) qui est lui-même dû au fait que la majorité des informations fournies correspondent à des valeurs d'émission limites appliquées dans certains pays ou régions.

## **5.1 MTD génériques**

### **Gestion de l'environnement**

Il s'agit de techniques portant sur l'amélioration continue des performances environnementales. Elles fournissent le cadre permettant d'identifier, d'adopter des options MTD et d'y adhérer, lesquelles conservent néanmoins leur importance et qui peuvent jouer un rôle dans l'amélioration des performances environnementales de l'installation. En effet, ces bonnes techniques/ bons outils de gestion/d'administration interne permettent souvent d'éviter les émissions.

Un certain nombre de techniques de gestion de l'environnement sont définies en tant que MTD. Le champ d'application (par exemple, le niveau de détail) et la nature du système de management environnemental (EMS) (par exemple normalisé ou non) sont, en général, en rapport avec la nature, la taille et la complexité de l'installation mais aussi avec l'étendue des impacts possibles sur l'environnement. Les MTD consistent à :

1. mettre en œuvre et adhérer à un système de management environnemental (EMS) qui intègre, en s'adaptant aux circonstances particulières, les éléments ci-après (voir Section 4.1.2.8).
  - a. définition par la direction générale d'une politique de l'environnement pour l'installation (l'engagement de la direction générale est considéré comme une

- condition préalable d'une application couronnée de succès des autres aspects du système de gestion de l'environnement)
- b. planification et élaboration des procédures nécessaires
  - c. mise en œuvre des procédures en portant une attention particulière aux points suivants :
    - structure et à responsabilité
    - formation, prise de conscience et compétence
    - communication
    - implication des employés
    - documentation
    - efficacité des contrôles des procédés
    - programme de maintenance
    - prévention et préparation des interventions dans le domaine de la sécurité
    - maintien de la conformité avec la législation environnementale.
  - d. vérification des performances : prendre les actions correctives qui s'imposent en apportant une attention particulière à :
    - la surveillance et aux mesures (Voir également le document de référence sur les principes généraux de la surveillance)
    - des actions correctives et préventives
    - la gestion et la mise à jour des enregistrements
    - la conduite (lorsque c'est possible) d'un audit interne indépendant pour déterminer si ce système de gestion de l'environnement est conforme aux arrangements planifiés et a été correctement mis en œuvre et mis à jour.
  - e. révision par la direction générale

Trois autres éléments, susceptibles de venir en complément de l'énumération ci-dessus sont considérés comme des mesures de soutien. Néanmoins, leur absence est, en règle générale, compatible avec les meilleures techniques disponibles. Ces trois éléments supplémentaires consistent à :

- f. faire examiner et valider le système de gestion et la procédure d'audit par un organisme de certification accrédité ou par un vérificateur externe du système de management environnemental (EMS).
- g. établir et publier régulièrement (et si possible avec une validation externe) un état des lieux faisant apparaître les aspects environnementaux significatifs de l'installation et permettant de faire des comparaisons, année par année, avec les cibles et objectifs environnementaux mais aussi avec les références en vigueur dans le secteur comme approprié
- h. mettre en œuvre et adhérer à un système de volontariat accepté à l'échelle internationale, comme le système EMAS ou la norme EN ISO 14001 :1996. Cette démarche de volontariat peut conférer un surcroît de crédibilité au système de gestion de l'environnement. En particulier, le système communautaire de management environnemental et d'audit (EMAS), qui vise à la réalisation de tous les éléments mentionnés ci-dessus confère une crédibilité accrue. Néanmoins, les systèmes non-normalisés peuvent, en principe, s'avérer tout aussi efficaces moyennant une conception et une mise en œuvre correctes.

Pour ce secteur de l'industrie en particulier, il est également important de prendre en considération les éléments potentiels du système de gestion de l'environnement ci-après et de :

- i. se préoccuper de l'impact sur l'environnement de l'éventuel déclassement de l'unité de production au moment du lancement de la conception d'une nouvelle installation
- j. réfléchir à la mise au point de technologies plus propres



- k. pratiquer régulièrement, dès lors qu'il est réalisable, un étalonnage compétitif (benchmarking) sectoriel en y incluant l'évaluation du rendement énergétique, des activités de conservation de l'énergie, le choix des matières en entrée, les émissions dans l'air, les rejets dans l'eau, la consommation d'eau et la production de déchets.
2. s'assurer que tous les détails relatifs aux activités menées sur le site sont fournis. La documentation ci-après permet de disposer d'un bon niveau de détails (voir Section 4.1.2.7 et à rapprocher de la MTD 1.g)
  - a. description des méthodes de traitement des déchets et des procédures en place dans l'installation
  - b. diagrammes des principaux éléments de l'installation dès lors qu'ils ont une relation avec l'environnement, et schémas de principe des procédés
  - c. détails des actions chimiques avec leurs cinétiques de réaction et leurs bilans énergétiques
  - d. détails sur la philosophie du système de contrôle et sur la manière dont il intègre les informations de surveillance de l'environnement
  - e. détails sur la manière dont la protection est assurée dans des conditions de fonctionnement anormales comme les interruptions momentanées, les démarrages et les arrêts
  - f. manuel d'instruction
  - g. agenda opérationnel (à rapprocher de la MTD numéro 3)
  - h. bilan annuel des activités du site et des déchets traités. Le bilan annuel devrait également comporter une page trimestrielle faisant apparaître le bilan des flux de déchets et des résidus incluant les matières auxiliaires utilisés sur chaque site (à rapprocher de la MTD numéro 1.g).
3. disposer d'une bonne procédure de gestion interne qui couvre également la procédure de maintenance et un programme de formation adéquat incluant des actions préventives que les employés sont tenus de prendre dans les domaines de la santé, de la sécurité et des risques à l'égard de l'environnement (voir Sections 4.1.1.4, 4.1.1.5, 4.1.2.5, 4.1.2.10, 4.1.4.8 et 4.1.4.3)
4. essayer d'entretenir un lien privilégié avec le producteur/détenteur de déchets pour que les sites clients mettent en œuvre des mesures permettant de produire des déchets ayant les qualités requises afin que le traitement des déchets puisse se dérouler dans de bonnes conditions (voir Section 4.1.2.9)
5. avoir en permanence un effectif disponible possédant les qualités et les qualifications professionnelles requises. L'ensemble du personnel devrait suivre une formation professionnelle d'initiation aux tâches qui lui sont confiées et des cours de perfectionnement. (Voir Section 4.1.2.10. Faire un rapprochement avec la MTD numéro 3).

### Déchets ENTRANTS

Pour améliorer la connaissance des déchets **ENTRANTS**, les MTD consistent à :

6. avoir une connaissance concrète des déchets ENTRANTS. Une telle connaissance nécessite la prise en compte des déchets sortants, du traitement à réaliser, du type de déchets et de leur origine, de la procédure en vigueur (Voir MTD numéro 7 et 8), du risque (au regard des déchets SORTANTS et du traitement) (voir Section 4.1.1.1). Les Sections 4.2.3, 4.3.2.2 et 4.4.1.2 fournissent quelques conseils relatifs à ces questions.
7. mettre en œuvre une procédure de pré-acceptation comportant au moins les éléments ci-après (voir Section 4.1.1.2) :
  - a. des tests sur les déchets entrants choisis en fonction du traitement prévu.
  - b. acquérir la certitude que toutes les informations nécessaires sont reçues concernant la nature du procédé ou des procédés produisant les déchets, y compris la

variabilité du ou des procédés. En raison de sa profession et/ou de son expérience, le personnel ayant à s'occuper de la procédure de pré-acceptation doit être capable de traiter de toutes les questions relevant du traitement des déchets dans l'installation de traitement des déchets.

- c. un système pour fournir et analyser un ou plusieurs échantillons représentatifs des déchets issus du procédé de production produisant les déchets considérés. Ces échantillons proviennent du dépositaire actuel des déchets.
- d. en l'absence d'un contact direct avec le producteur de déchets, un système pour vérifier soigneusement les informations reçues lors de la pré-acceptation, notamment les coordonnées des personnes à contacter ou du producteur de déchets ainsi qu'une description adéquate des déchets, notamment en ce qui concerne sa composition et son caractère éventuellement dangereux.
- e. s'assurer que le code de déchets en conformité avec le catalogue des déchets européen (CEL, EWL) est fourni.
- f. identifier le traitement approprié pour tous les types de déchets que l'installation doit recevoir (voir Section 4.1.2.1). Il s'agit d'identifier une méthode de traitement adaptée pour chaque nouvelle demande de traitement des déchets et de disposer, pour évaluer le traitement des déchets, d'une méthodologie claire qui prend en compte les propriétés physico-chimiques des déchets pris individuellement ainsi que les spécifications des déchets traités.

8. mettre en œuvre une procédure d'acceptation comportant au moins les éléments ci-après (voir Section 4.1.1.3) :

- a. un système clair et bien défini permettant à l'opérateur d'accepter les déchets dans la station d'accueil uniquement si une méthode de traitement bien définie et une filière d'élimination/de valorisation pour la sortie des traitements ont été déterminées (voir pré-acceptation dans la rubrique MTD numéro 7). Pour ce qui est de la planification de l'acceptation, il faut avoir la garantie que les surfaces de stockage (voir Section 4.1.4.1), et les capacités de traitement nécessaires existent et que les conditions de répartition, par exemple les critères d'acceptation des produits de sortie par les autres installations sont respectés.
- b. existences de mesure permettant de pleinement décrire et de prendre en charge des déchets acceptables arrivant sur le site ; il peut s'agir d'un système de réservation anticipée pour s'assurer par ex. que des capacités suffisantes sont disponibles.
- c. des critères clairs et dénués de toute ambiguïté permettant de refuser les déchets et de remonter toutes les informations de non-conformité.
- d. un système pour déterminer la quantité maximale de déchets pouvant être stockée sur l'installation (à rapprocher avec les MTD numéro 10.b, 10.c, 27 et 24.f)
- e. une inspection visuelle des déchets ENTRANTS pour vérifier leur conformité avec la description reçue lors de la procédure de pré-acceptation. *Pour certains déchets liquides ou dangereux, cette MTD n'est pas applicable* (voir Section 4.1.1.3).

9. mettre en œuvre des procédures d'échantillonnage différentes pour toutes les cargaisons de déchets différentes entrants sur le site livrées en vrac et/ou en conteneur. Ces procédures d'échantillonnage peuvent comporter les éléments ci-après (voir Section 4.1.1.4) :

- a. des procédures d'échantillonnages fondées sur une approche prenant en compte le risque. Certains éléments à prendre en considération sont notamment le type de déchets (par ex. *déchets dangereux* ou non dangereux) ainsi que la connaissance que l'on a du client (par ex. le producteur de déchets)
- b. un contrôle portant sur les paramètres physico-chimiques pertinents. Les paramètres pertinents sont en relation avec la connaissance que l'on doit avoir des déchets dans tous les cas (voir MTD numéro 6)
- c. enregistrement de toutes les matières constituant les déchets.
- d. avoir des procédures d'échantillonnage différentes pour le vrac (liquides et solides), pour les conteneurs petits et grands et pour les déchets chimiques douteux en petits conditionnements (laboratory smalls). Le nombre d'échantillons prélevés

devrait augmenter avec le nombre de conteneurs. Dans des situations extrêmes, les petits conteneurs doivent tous faire l'objet d'un contrôle contradictoire par rapport au bordereau de suivi qui les accompagne. La procédure devrait comporter un système permettant d'enregistrer le nombre d'échantillons ainsi que le degré de consolidation

- e. détails des échantillonnages de déchets dans les fûts à l'intérieur de stockage désigné, par ex. délais les séparant de la réception.
- f. des échantillons avant l'acceptation
- g. la tenue au niveau de l'installation d'un registre dans lequel sont consignés consignée le régime d'échantillonnage pour chaque chargement ainsi que la justification de chacune des options retenues.
- h. un système pour déterminer et enregistrer :
  - un emplacement souhaitable pour les points d'échantillonnage
  - la capacité de la cuve sur laquelle porte l'échantillonnage (pour les échantillons prélevés dans des fûts, un paramètre supplémentaire pourrait être le nombre total de fûts)
  - le nombre d'échantillons et leur degré de consolidation
  - les conditions opérationnelles au moment de l'échantillonnage.
- i. un système garantissant que les échantillons de déchets sont analysés (voir Section 4.1.1.5)
- j. dans l'hypothèse de températures ambiantes basses, un stockage temporaire peut s'avérer nécessaire afin de permettre l'échantillonnage après dégel. Ceci peut altérer l'applicabilité de certains des éléments ci-dessus dans cette MTD (voir Section 4.1.1.5).

10. disposer d'une installation de réception répondant au moins aux critères ci-après (voir Section 4.1.1.5) :

- a. disposer d'un laboratoire pour analyser tous les échantillons au rythme requis par les MTD. En règle générale, il faut pour cela avoir un système d'assurance qualité robuste, des méthodes de contrôle qualité et conserver les enregistrements souhaitables pour le stockage des résultats des analyses. *En conséquence, souvent le laboratoire doit être sur le site, en particulier pour les déchets dangereux.*
- b. disposer d'une zone consacrée au stockage des déchets en quarantaine, ainsi que de procédures par écrit pour gérer les déchets non acceptés. Si l'inspection ou les analyses indiquent que les déchets ne sont pas conformes aux critères d'acceptation (y compris, par exemple des fûts endommagés, corrodés ou non étiquetés), ces déchets pourront y être entreposés temporairement en toute sécurité. Une telle possibilité de stockage et ces procédures devraient être conçues et utilisées pour favoriser une gestion rapide (en générale, de l'ordre de quelque jours ou moins) afin de trouver une solution pour ces déchets.
- c. disposer d'une procédure claire traitant des déchets pour lesquels l'inspection et/ou les analyses prouvent qu'ils ne sont pas conformes aux critères d'acceptation de l'installation ou qu'ils ne sont pas conformes à la description des déchets reçue lors de la procédure de pré-acceptation. Cette procédure devrait comporter toutes les mesures prévues dans la licence d'exploitation ou dans la législation nationale/internationale pour informer les autorités compétentes, entreposer la cargaison en sécurité pendant toute période de transition ou pour refuser les déchets et les retourner à leur producteur ou les envoyer vers toute autre destination autorisée ou agréée.
- d. déplacer les déchets vers la zone de stockage qu'une fois qu'ils ont été acceptés (à rapprocher de la MTD numéro 8)
- e. faire apparaître les zones d'inspection, de déchargement et d'échantillonnage sur le plan du site
- f. disposer d'un système de drainage étanche (à rapprocher de la MTD numéro 63)
- g. disposer d'un système donnant l'assurance que le personnel de l'installation impliqué dans les opérations d'échantillonnage, le contrôle et les procédures d'analyses a le niveau de qualification souhaitable et a reçu une formation adéquate

et que sa formation est mise à jour régulièrement (à rapprocher de la MTD numéro 5)

- h. attribuer, à ce stade, un identifiant unique dans le cadre d'un système de traçage des déchets (étiquette/code) à chaque conteneur. L'identifiant devra comporter au moins la date d'arrivée sur site et le code correspondant au type de déchets (à rapprocher des MTD numéro 9 et 12).

### Déchets SORTANTS

Pour améliorer la connaissance des déchets SORTANTS, les MTD consistent à :

11. procéder à l'analyse des déchets SORTANTS en faisant porter celle-ci sur les paramètres significatifs, présentant une importance pour l'installation qui accueillera les déchets (par exemple, décharge, incinérateur) (voir Section 4.1.1.1)

### Systèmes de gestion

Les MTD consistent à :

12. disposer d'un système garantissant la traçabilité du traitement des déchets. Différentes procédures peuvent s'avérer nécessaires pour prendre en compte les propriétés physico-chimiques des déchets (par exemple, liquides, solides), le type de procédé de traitement des déchets (par exemple, continu, en lots) ainsi que les changements des propriétés physico-chimiques des déchets qui peuvent survenir lors du déroulement du traitement. Un bon système de traçabilité comporte les éléments suivants (voir Section 4.1.2.3) :
  - a. la description des traitements par des schémas de principe et des bilans de masse (voir Section 4.1.2.4. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 2.a)
  - b. la traçabilité des données au fil de plusieurs étapes opérationnelles, (par exemple, pré-acceptation/acceptation/stockage/traitement/répartition). Des enregistrements peuvent être effectués et tenus à jour sur une base de continuité pour refléter les livraisons, les traitements sur site et les répartitions. Les enregistrements sont, en général, conservés pendant une période d'au moins 6 mois après que le déchets aient été répartis.
  - c. l'enregistrement et le référencement des informations portant sur les caractéristiques des déchets et l'origine du flux de déchets, de manière à avoir ces informations disponibles à chaque instant. Un numéro de référence doit être attribué aux déchets et doit rester disponible à tout instant, au cours du procédé, afin de permettre à l'opérateur de localiser un type de déchets spécifique dans l'installation, de connaître son temps de présence à cet endroit et la filière de traitement en cours ou celle à venir.
  - d. la possession d'une base de données/série de bases de données informatiques qui font l'objet d'une maintenance régulière. Le système de traçage fonctionne comme un système de contrôle des stocks / d'inventaire des déchets et comporte une date d'arrivée sur site, les coordonnées du producteur de déchets, les coordonnées de tous les détenteurs précédents, un identifiant unique, les résultats des analyses des phases de pré-acceptation et d'acceptation, la taille et le type de conditionnement, la filière de traitement/ d'élimination prévue, un enregistrement précis de la nature et de la quantité de déchets détenus sur le site faisant apparaître les éléments de dangerosité attachés à la localisation du déchet par rapport à un plan du site, faisant apparaître aussi à un instant donné le positionnement des déchets dans la filière d'élimination prévue.
  - e. les déplacements des fûts ou autres conteneurs mobiles, entre différentes localisations (ou leur chargement en vue de leur enlèvement) effectués uniquement sur instruction du responsable compétent, avec vérification que le système de traçage du déchet a été modifié pour prendre en compte ces changements (voir Section 4.1.4.8).
13. avoir à disposition et appliquer des règles de mélange/assemblage visant à restreindre le type de déchets pouvant être mélangés/assemblés dans le souci d'éviter un accroissement des émissions polluantes lors des traitements de déchets en aval. Ces

règles nécessitent que soient pris en considération le type de déchets (par exemple, dangereux ou non dangereux), le traitement à leur appliquer aussi bien que les étapes ultérieures qui seront réalisées sur les déchets SORTANTS (voir Section 4.1.5).

14. disposer d'une procédure de séparation et de compatibilité (voir Section 4.1.5 Faire également le rapprochement avec les MTD numéro 13 et 24.c), incluant :
  - a. la conservation des enregistrements des tests, y compris ceux de toute réaction donnant lieu à des paramètres de sécurité (augmentation de la température, émission des gaz ou élévation de la pression) ; un enregistrement des paramètres opérationnels (changement de viscosité et la séparation ou la précipitation des solides) et tous les autres paramètres pertinents, tels que l'émission d'odeurs (voir Sections 4.1.4.13 et 4.1.4.14).
  - b. le conditionnement des conteneurs de produits chimiques en fûts séparés en fonction de leur classement au plan de la dangerosité. Les produits chimiques qui ne sont pas compatibles, (par exemple les oxydants et les liquides inflammables) ne doivent pas être stockés dans le même fût (voir Section 4.1.4.6).
15. avoir une approche pour améliorer l'efficacité du traitement des déchets. En général, ceci inclut la recherche d'indicateurs appropriés pour rendre compte de l'efficacité du traitement des déchets et un programme de surveillance (voir Section 4.1.2.4. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 1).
16. élaborer un plan de gestion des accidents structuré (voir Section 4.1.7)
17. avoir et utiliser correctement un registre des incidents (voir Section 4.1.7. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 1 et avec le système de gestion de la qualité).
18. avoir un plan de gestion des bruits et des vibrations en place en tant que partie du système de management environnemental (EMS) (voir Section 4.1.8. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 1). Pour certaines installations de traitement des déchets, le bruit et les vibrations peuvent ne pas être un problème environnemental.
19. prendre en considération tout déclassement ultérieur dès le stade la conception. Pour les installations existantes et là où des problèmes de déclassement sont identifiés, mettre en place un programme pour minimiser ces problèmes (voir Section 4.1.9. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 1.i).

### **Gestion des utilités et des matières premières**

Les MTD consistent à :

20. obtenir une réduction de la consommation et de la production d'énergie (y compris l'exportation) par type de source utilisée (c'est-à-dire électricité, gaz, combustibles liquides traditionnels, les combustibles solides traditionnels et les déchets) (voir Section 4.1.3.1. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 1.k). Ceci implique :
  - a. d'effectuer un relevé de la consommation d'énergie en termes d'énergie fournie
  - b. d'effectuer un relevé de l'énergie exportée par l'installation
  - c. de présenter des informations concernant le flux d'énergie (par exemple des diagrammes ou des bilans énergétiques faisant apparaître les modalités d'utilisation de l'énergie tout au long du procédé.
21. améliorer en permanence le rendement énergétique de l'installation, (voir Section 4.1.3.4) grâce à :
  - a. la mise au point d'un plan de rendement énergétique
  - b. l'utilisation de techniques qui permettent de réduire la consommation d'énergie et de ce fait, limitent à la fois les émissions directes (chaleur et émissions émanant de



- la production sur site) et les émissions indirectes (émissions d'une centrale électrique éloignée)
- c. la définition et le calcul de la consommation d'énergie spécifique de l'activité (ou des activités), en établissant des indicateurs de performance clés fondés sur une base de calcul annuelle (par ex. MWh/tonne de déchets traités) (Faire le rapprochement avec les MTD numéro 1.k et 20).
22. procéder à un étalonnage interne des performances (per ex. sur une base annuelle) de la consommation de matières premières (Faire le rapprochement avec la MTD numéro 1.k). Quelques limites d'applicabilité ont été identifiées et celles-ci sont mentionnées dans la Section 4.1.3.5.
23. explorer les options d'utilisation des déchets comme matières premières pour le traitement d'autres déchets (voir Section 4.1.3.5). Si des déchets sont utilisés pour traiter d'autres déchets, alors il y a lieu de mettre en place un système pour s'assurer que l'approvisionnement en déchets est disponible. Si cela ne peut pas être garanti, un second traitement ou d'autres matières premières doivent être mises en place pour éviter tout gaspillage inutile de temps de traitement (voir Section 4.1.2.2).

### Stockage et manutention

Les MTD consistent à :

24. mettre en œuvre les techniques ci-après relatives au stockage (voir Section 4.1.4.1) :
- positionner les aires de stockage :
    - loin des cours d'eau et autres périmètres sensibles, et
    - de manière à permettre d'éliminer ou de minimiser la double manipulation des déchets dans le périmètre de l'installation.
  - s'assurer que l'infrastructure de drainage de l'aire de stockage peut contenir tout écoulement contaminé possible et que les produits de drainage en provenance de déchets incompatibles ne peuvent venir au contact les uns des autres.
  - utiliser une zone /un stockage dédié pour lequel sont prises toutes les mesures nécessaires en relation avec le risque propre aux déchets afin de trier et de reconditionner les déchets chimiques douteux en petits conditionnements (laboratory smalls) ou des déchets similaires. Ces déchets sont triés en fonction de leur niveau de dangerosité avec toute la considération qui s'impose pour les problèmes d'incompatibilité potentiels et ils sont ensuite reconditionnés. Après quoi, ils sont ensuite déplacés vers la zone de stockage appropriée.
  - manipuler les matières odorantes dans des cuves entièrement fermées ou pourvues d'un système de réduction des émissions adapté et les stocker ensuite dans des bâtiments fermés reliés au système de réduction.
  - s'assurer que toutes les connexions entre les cuves peuvent être fermées par des vannes. Les tuyauteries de trop-plein doivent être dirigées vers un système de drainage confiné (c'est-à-dire vers la zone entourée d'un merlon prévue à cet effet ou une autre cuve).
  - avoir des mesures disponibles pour éviter la formation de boues au-dessus d'un certain niveau et l'apparition de mousses qui pourrait contrarier ces mesures dans les réservoirs de liquides, par ex. en contrôlant régulièrement les réservoirs, en aspirant les boues pour un traitement approprié ultérieur et en utilisant des agents antimousse.
  - équiper les réservoirs et les cuves avec des systèmes de réduction des émissions appropriés lorsque des émissions volatiles sont susceptibles d'être engendrées, conjointement à des jauges et à des systèmes d'alarmes. Ces systèmes doivent être suffisamment robustes (capables de fonctionner en présence de boues et de mousses le cas échéant) et doivent faire l'objet d'un entretien régulier.
  - stocker les déchets liquides organiques à bas point d'éclair sous atmosphère d'azote pour les maintenir inertes. Chaque réservoir de stockage est déposé dans une aire de rétention étanche. Les effluents gazeux sont collectés et traités.

25. merlonner séparément les aires de stockage et de décantation des liquides au moyen de merlons qui sont imperméables et résistants aux matériaux stockés (voir Section 4.1.4.4).
26. appliquer les techniques ci-après concernant le marquage des canalisations et des réservoirs utilisés par le procédé (voir Section 4.1.4.12) :
  - a. marquer clairement toutes les cuves au regard de leur contenu et de leur capacité, et appliquer un identifiant unique. Les réservoirs doivent avoir un système de marquage approprié en fonction de leur utilisation et de leur contenu.
  - b. s'assurer que le marquage fait la distinction entre eaux résiduaires et eaux du procédé entre combustibles liquides et combustibles vapeurs et indique la direction du flux (c'est-à-dire flux entrant ou flux sortant).
  - c. conserver des fiches pour tous les réservoirs, détaillant leur identifiant unique, leur capacité, le modèle avec notamment les matériaux de fabrication ; les calendriers de maintenance et les résultats des inspections ; les raccordements ; et les types de déchets qui peuvent y être stockés/traités, sans oublier les limites du point d'éclair.
27. prendre des mesures pour éviter les problèmes pouvant être engendrés par le stockage/l'accumulation des déchets. Ceci peut rentrer en conflit avec la MTD numéro 23 lorsque les déchets sont utilisés en tant que réactifs (voir Section 4.1.4.10)
28. appliquer les techniques ci-après lors de la manutention des déchets (voir Section 4.1.4.6) :
  - a. disposer de systèmes et de procédures mis en place afin de s'assurer que les déchets sont transportés en toute sécurité vers les stockages appropriés
  - b. disposer d'un système de gestion pour le chargement et le déchargement des déchets dans l'installation, qui prenne également en compte tous les risques que ces activités peuvent induire. A cette fin, certaines options comportent des systèmes d'étiquetage, une supervision par le personnel du site, des clés ou des points/ des tuyaux repérés par un code couleur ou des raccords de taille spécifiques
  - c. s'assurer qu'une personne qualifiée est présente sur le site du détenteur des déchets pour vérifier les déchets chimiques douteux en petits conditionnements (laboratory smalls), les anciens déchets d'origine, les déchets d'origine incertaine ou mal définie (en particulier lorsqu'ils sont en fûts), pour classer les substances en conséquence et les conditionner dans des conteneurs spécifiques. Dans certains cas, les conditionnements individuels doivent être protégés contre des chocs mécaniques dans les fûts par des matériaux de calage adaptés aux propriétés des déchets conditionnés
  - d. s'assurer qu'il n'est pas fait usage de tuyaux, de vannes et de raccords endommagés
  - e. recueillir les gaz s'échappant des cuves et des réservoirs lors de la manutention des déchets liquides
  - f. décharger les déchets solides et les boues dans des zones fermées équipées d'un système d'extraction d'air et reliées à des équipements de réduction lorsque les déchets manipulés sont susceptibles d'engendrer des émissions dans l'atmosphère (par ex. odeurs, poussières, COV) (voir Section 4.1.4.7)
  - g. utiliser un système pour avoir l'assurance que le regroupement de différents lots n'a lieu qu'à l'issue de tests de compatibilité (voir Sections 4.1.4.7 et 4.1.5. Faire également le rapprochement avec les MTD numéro 13, 14 et 30).
29. s'assurer que le regroupement/ mélange à destination ou en provenance de déchets conditionnés n'a lieu que sur ordre et sous surveillance et qu'il est effectué par du personnel entraîné. Pour certains types de déchets, une telle opération de regroupement/ mélange ne peut s'effectuer que s'il existe localement une ventilation pour évacuer les émissions (voir Section 4.1.4.8).



30. s'assurer que, pendant le stockage, la ségrégation dictée par les incompatibilités chimiques est effective (voir Sections 4.1.4.13 et 4.1.4.14. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 14).
31. appliquer les techniques ci-après lors de la manipulation de déchets en conteneurs (voir Section 4.1.4.2) :
  - a. stockage des déchets conteneurisés sous couvercle. Ceci peut aussi être appliqué à tout conteneur qui est en stockage dans l'attente d'un échantillonnage ou de dépotage. Il existe quelques exceptions à l'applicabilité de cette technique concernant les conteneurs ou les déchets insensibles aux conditions ambiantes (par ex. la lumière du jour, température, eau) (voir Section 4.1.4.2). Les zones couvertes doivent offrir la possibilité d'installer une ventilation.
  - b. maintien de la disponibilité des aires de stockage et de leurs accès pour les conteneurs renfermant des substances réputées sensibles à la chaleur, à la lumière et à l'eau, sous couvercle et protégés de la chaleur et de la lumière directe.

### Autres techniques courantes non mentionnées précédemment

Les MTD consistent à :

32. procéder au broyage, au déchiquetage et au criblage dans des zones équipées de système d'extraction d'air connectés à des équipements de réduction des émissions (voir Section 4.1.6.1) lors de la manipulation des matériaux susceptibles d'engendrer des émissions dans l'atmosphère (par ex. odeurs, poussières, COV).
33. procéder au broyage, au déchiquetage et au criblage (voir Sections 4.1.6.1 et 4.6) sous encapsulation totale et en atmosphère inerte pour des fûts/conteneurs contenant des substances inflammables ou très volatiles, afin d'éviter leur inflammation. L'atmosphère inerte doit être réduite.
34. réaliser les procédés de lavage en pensant à (voir Section 4.1.6.2) :
  - a. identifier les composant lavés susceptibles d'être présents dans les éléments à laver (par ex. des solvants).
  - b. transférer les produits de lavage vers un stockage adéquat puis les traiter de la même manière que les déchets dont ils sont issus.
  - c. utiliser les eaux résiduaires traitées dans la station de traitement pour le lavage à la place de l'eau du réseau. Les eaux résiduaires ainsi obtenues peuvent ensuite être traitées dans une station d'épuration ou réemployées dans l'installation.

### Traitements des émissions dans l'air

Pour empêcher ou contrôler les émissions principalement de poussières, d'odeurs et de COV ainsi que de certains composés inorganiques, les MTD consistent à :

35. restreindre l'utilisation de réservoirs, de cuves et de fosses à ciel ouvert en :
  - a. interdisant les purges directes ou les rejets directs dans l'air en reliant tous les événements à des systèmes de réduction dans le cadre du stockage de matières susceptibles de générer des émissions dans l'air (par ex. odeurs, poussières, COV) (voir Section 4.1.4.5) ;
  - b. conserver les déchets ou les matières premières sous couvercle ou dans un conditionnement étanche (voir Section 4.1.4.5. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 31.a) ;
  - c. raccorder l'espace libre coiffant les réservoirs de décantation (par ex. là où le traitement de l'huile constitue un procédé de pré-traitement dans une installation de traitement chimique) aux unités d'échappement et d'épuration-lavage générales du site (voir Section 4.1.4.1).
36. utiliser un système totalement fermé avec extraction, ou en dépression, à destination d'une installation de traitement appropriée.

Cette technique s'avère particulièrement indiquée pour les procédés qui impliquent le transfert de liquides volatils, y compris pendant le chargement/déchargement de citernes (voir Section 4.6.1).

37. se doter d'un système d'extraction sur mesure qui peut prendre en compte les réservoirs d'entreposage, les zones de pré-traitement, les réservoirs de stockage, les réservoirs de mélange /réaction et les zones de filtre-pressé, ou disposer d'un système séparé pour traiter les gaz de ventilation émanant de réservoirs spécifiques (par exemple, filtres à charbon actif des réservoirs contenant des déchets contaminés par des solvants) (voir Section 4.6.1).
38. utiliser et entretenir correctement les équipements de réduction, y compris la manipulation et le traitement / élimination des moyens d'épuration-lavage épuisés (voir Section 4.6.11).
39. être équipé d'un système d'épuration-lavage pour les rejets de gaz inorganiques plus importants produits par les opérations qui libèrent les émissions liées au procédé sous forme de rejet ponctuel. Installer un épurateur-laveur secondaire sur certains systèmes de pré-traitement si le rejet est incompatible avec l'épurateur principal, ou trop concentré pour celui-ci (voir Section 4.6.11).
40. disposer de procédures de détection et de réparation des fuites dans les installations
  - a) en mettant en œuvre un grand nombre de composants de canalisation et de stockage et
  - b) de composés qui peuvent donner lieu facilement à des fuites et créer ainsi des problèmes environnementaux (par ex. émissions fugitives, contamination des sols) (voir Section 4.6.2). Ceci peut être considéré comme un élément du système de management environnemental (EMS) (voir la MTD numéro 1).
41. réduire les émissions dans l'air aux niveaux suivants :

Paramètres relatifs à l'air	Niveaux d'émissions associés à l'utilisation des MTD (mg/Nm <sup>3</sup> )
COV	7 – 20 <sup>1</sup>
Matières particulaires	5 – 20
1 Pour les faibles charges en COV, la limite supérieure de la plage peut être élargie à 50	

en faisant appel à une combinaison appropriée de techniques préventives et/ou de réduction (voir Section 4.6). Les techniques mentionnées ci-dessus dans la Section MTD « Traitement de réduction des émissions dans l'air » (MTD numéros 35 – 41) contribuent également à atteindre ces valeurs.

### Gestion des eaux résiduaires

Les MTD consistent à :

42. réduire l'utilisation de l'eau et la contamination de l'eau (voir Sections 4.1.3.6 et 4.7.1) :
  - a. en mettant en œuvre de méthodes d'étanchéification du site et de rétention au niveau des stockages ;
  - b. en effectuant régulièrement des contrôles des réservoirs et des fosses, en particulier, lorsqu'ils sont enterrés ;
  - c. en drainant séparément l'eau en fonction de la charge de pollution (eaux de ruissellement des toits, eaux de ruissellement des routes, eaux des procédés) ;
  - d. en disposant d'un bassin de collecte de sécurité ;
  - e. en effectuant régulièrement des audits de l'eau, avec pour objectif la réduction de la consommation d'eau et la prévention de sa contamination ;
  - f. en séparant l'eau du procédé des eaux de pluie (voir Section 4.7.2. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 46).
43. disposer de procédures permettant de s'assurer que la spécification des effluents se prête à un traitement ou à un déversement sur site (voir Section 4.7.1).

44. éviter que les effluents ne court-circuitent les systèmes de traitement de l'installation (voir Section 4.7.1).
45. avoir à disposition et mettre en œuvre un système d'isolement grâce auquel l'eau de pluie tombant sur les zones de traitement est collectée en même temps que les eaux provenant du lavage des réservoirs, des écoulements accidentels occasionnels, du lavage des fûts, etc. puis retournée à l'installation de traitement ou recueillie dans un intercepteur combiné (voir Section 4.7.1).
46. séparer les systèmes de collecte des eaux potentiellement plus contaminées de ceux des eaux qui les sont moins (voir Section 4.7.2)
47. disposer d'une dalle entièrement en béton couvrant la globalité de la zone de traitement, accusant une pente douce vers des systèmes internes de drainage du site qui s'écoulent vers des réservoirs de stockage ou des intercepteurs qui peuvent recueillir les eaux de pluie et tous les écoulements accidentels. Les intercepteurs avec un trop-plein s'écoulant vers les égouts nécessitent, en règle générale, la mise en place de systèmes automatiques de surveillance, tels que des contrôles du pH, qui sont en mesure d'interrompre l'écoulement du trop-plein (voir Section 4.1.3.6. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 63)
48. recueillir les eaux de pluie dans un bassin spécial pour y effectuer des contrôles, un traitement en cas de contamination, en vue de son utilisation ultérieure (voir Section 4.7.1)
49. maximaliser le réemploi des eaux résiduaire traitées et utiliser les eaux de pluie dans l'installation (voir Section 4.7.1)
50. effectuer quotidiennement des contrôles du système de gestion des effluents et tenir un journal de tous les contrôles effectués, en ayant un système permettant de contrôler la qualité des effluents et des boues rejetés (voir Section 4.7.1)
51. identifier en premier lieu les eaux résiduaire susceptibles de contenir des composés dangereux (par ex. les halogènes adsorbables, liés organiquement (AOX) ; les cyanures ; les sulfures ; les composés aromatiques ; le benzène ou les hydrocarbures (dissous, en émulsion, ou non dissous) ; et les métaux, tels que le mercure, le cadmium, le plomb, le cuivre, le nickel, le chrome, l'arsenic et le zinc) (voir Section 4.7.2). En second lieu, séparer les flux d'eaux résiduaire initialement identifiés sur le site et troisièmement, traiter spécifiquement les eaux résiduaire sur site et hors site.
52. en dernier lieu, après avoir appliqué la MTD numéro 42, choisir et mettre en œuvre la technique de traitement approprié pour chaque type d'eaux résiduaire (voir Section 4.7.1).
53. mettre en œuvre des mesures pour accroître la fiabilité avec laquelle le contrôle requis et une technique performante de dépollution peuvent être menées à bien (par exemple, optimisation de la précipitation des métaux) (voir Section 4.7.1).
54. identifier les principaux constituants chimiques de l'effluent traité (y compris la constitution de la DCO) et de mener en connaissance de cause une évaluation de la destination de ces produits chimiques dans l'environnement (voir Section 4.7.1 et les restrictions d'applicabilité identifiées).
55. conserver les eaux résiduaire dans leur réservoir de stockage jusqu'à ce que toutes les mesures relatives au traitement ainsi que l'inspection finale y faisant suite, aient été réalisées (voir Section 4.7.1).
56. atteindre les valeurs ci-après avant déversement des eaux

Paramètres relatifs à l'eau	Valeurs d'émission associées à l'utilisation des MTD (ppm)
DCO	20 – 120
DBO	2 – 20
Métaux lourds (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn)	0,1 – 1
Métaux lourds très toxiques :	
As	0,01 – 0,05
Hg	<0,1
Cd	<0,1 – 0,2
Cr(VI)	<0,1 – 0,4

en appliquant une combinaison appropriée des techniques mentionnées dans les Sections 4.4.2.3 et 4.7. Les techniques mentionnées ci-dessus dans la Section concernant la Section "Gestion des eaux résiduaires » (MTD numéros 42 à 55) contribuent également à atteindre ces valeurs.

### Gestion des résidus générés par les procédés de traitement

Les MTD consistent à :

57. disposer d'un plan de gestion des résidus (voir Section 4.8.1) en tant que partie du système de gestion de l'environnement comportant :
  - a. des techniques de base de gestion interne (Faire le rapprochement avec la MTD numéro 3) ;
  - b. des techniques d'étalonnage internes (voir Section 4.1.2.8. Faire également le rapprochement avec les MTD numéro 1.k et 22).
58. maximaliser l'utilisation des conditionnements réutilisables (fûts, conteneurs, conteneurs IBC, palettes, etc.) (voir Section 4.8.1).
59. réemployer les fûts s'ils sont en bon état. Dans tous les autres cas, il convient de les envoyer vers le traitement adéquat (voir Section 4.8.1).
60. conserver un inventaire des déchets présents sur le site en exploitant les enregistrements des quantités de déchets reçus sur le site et les enregistrements des quantités de déchets traités (voir Section 4.8.3. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 27).
61. réutiliser les déchets laissés par une activité/traitement vraisemblablement en tant que stock d'alimentation pour un autre traitement (voir Section 4.1.2.6. Faire également le rapprochement avec la MTD numéro 23).

### Contamination des sols

Pour éviter la contamination des sols, les MTD consistent à :

62. prévoir puis assurer l'entretien des surfaces des zones opérationnelles, y compris l'application de mesures pour éviter ou résorber rapidement des fuites et des écoulements accidentels, et s'assurer ensuite que l'entretien des systèmes de drainage et des autres infrastructures souterraines est mené à bien (voir Section 4.8.2).
63. utiliser une dalle imperméable et un drainage du site interne (voir Section 4.1.4.6, 4.7.1 et 4.8.2).
64. réduire le site de l'installation et minimiser l'utilisation de cuves et de canalisation souterraines (voir Section 4.8.2. Faire également le rapprochement avec les MTD numéro 10.f, 25, et 40).

## 5.2 MTD pour des types spécifiques de traitements des déchets

Cette section présente les éléments des MTD pour chaque procédé /activité couverts dans ce document. Sa structure est similaire à celle des chapitres précédents.

### Traitements biologiques

Les MTD consistent à :

65. utiliser les techniques ci-après pour le stockage et le traitement dans des systèmes biologiques (voir Section 4.2.2) :
  - a. pour les déchets émettant des odeurs à intensité moindre, utiliser des portes automatiques à déplacement rapide (les sens d'ouverture des portes étant maintenus à une valeur minimale) conjointement à un dispositif de collecte de l'air d'échappement approprié, qui donne lieu à une dépression dans le hall ;
  - b. pour les déchets dégageant des odeurs fortes, utiliser des trémies d'alimentation fermées construites avec un sas pour véhicules ;
  - c. installer une enceinte englobant la zone de la trémie et l'équiper d'un dispositif de collecte de l'air d'échappement.
66. adapter les types de déchets admissibles et les procédés de séparation au type de procédé mis en œuvre et à la technique de réduction de la pollution appliquée (en fonction par exemple, de la teneur en composants non biodégradables) (voir Section 4.2.3)
67. utiliser les techniques ci-après dans le cadre d'une digestion anaérobie (voir Sections 4.2.4 et 4.2.5) :
  - a. rechercher une intégration prononcée entre le procédé et la gestion de l'eau ;
  - b. recycler la quantité d'eau maximale dans le réacteur. Voir dans la Section 4.2.4 quelques problèmes opérationnels qui peuvent apparaître lors de la mise en pratique de cette technique.
  - c. faire fonctionner le système en condition de digestion thermophile. Pour certains types de déchets, les conditions thermophiles ne peuvent pas être atteintes (voir Section 4.2.4).
  - d. mesurer les niveaux de COT, DCO, N, P et Cl dans les flux entrants et sortants. Lorsqu'un meilleur contrôle du procédé ou une meilleure qualité du flux SORTANT s'avèrent nécessaires, il y a lieu de faire porter les mesures et les contrôles sur davantage de paramètres.
  - e. maximaliser la production de biogaz. Cette technique impose de tenir compte des effets sur le digestat et de la qualité du biogaz.
68. limiter les émissions de gaz d'échappement dans l'atmosphère lorsque le biogaz est utilisé en tant que combustible en restreignant les émissions de poussières, de NO<sub>x</sub>, de SO<sub>x</sub>, de CO, de H<sub>2</sub>S et de COV en faisant appel à une combinaison appropriée des techniques ci-après (voir Section 4.2.6) :
  - a. épuration du biogaz avec des sels de fer ;
  - b. utilisation des techniques de réduction des NO<sub>x</sub> comme la réduction catalytique sélective (SCR) ;
  - c. utilisation d'une unité d'oxydation ;
  - d. utilisation de la filtration sur charbon actif.
69. améliorer les traitements biomécaniques (voir Sections 4.2.2, 4.2.3, 4.2.8, 4.2.10, 4.6.23) :
  - a. en utilisant des réacteurs entièrement fermés
  - b. en évitant toutes conditions anaérobies au cours de traitements aérobies grâce à un contrôle du processus de digestion et de l'alimentation en air (au moyen d'un circuit d'air stabilisé) et en adaptant l'aération à l'activité de biodégradation du moment
  - c. en utilisant l'eau efficacement
  - d. en isolant thermiquement le plafond du hall de dégradation biologique pour les procédés aérobies.
  - e. en réduisant la production de gaz d'échappement à des niveaux compris entre 2 500 et 8 000 Nm<sup>3</sup> par tonne. Des niveaux inférieurs à 2 500 Nm<sup>3</sup> par tonne n'ont jamais été constatés.

- f. en garantissant une alimentation uniforme
  - g. en recyclant les eaux du procédé ou les résidus boueux dans le procédé de traitement aérobie pour éviter toutes les émissions d'eau. Le cas échéant, les eaux résiduaires générées doivent être traitées jusqu'à l'obtention des valeurs mentionnées dans la MTD numéro 56
  - h. en améliorant sans cesse la connaissance de la relation existante entre le contrôle des paramètres variables de la dégradation biologique et les mesures concernant les émissions gazeuses
  - i. en réduisant les émissions de composés azotés par l'optimisation du rapport C:N.
70. ramener les émissions émanant des traitements biomécaniques aux niveaux suivants (voir Section 4.2.12)

Paramètre	Gaz d'échappement traités
Odeur (ouE/m <sup>3</sup> )	<500 – 6 000
NH <sub>3</sub> (mg/Nm <sub>3</sub> )	<1 – 20
Pour les COV et les matières particulaires (PM), voir la MTD générique numéro 41 Le groupe de travail technique a reconnu qu'il faudrait ajouter aussi les N <sub>2</sub> O (voir Section 4.6.10) et le Hg dans ce tableau. Toutefois, il n'y avait pas assez de données disponibles pour valider de quelconques valeurs sur ces deux points.	

- en faisant appel à une combinaison appropriée des techniques suivantes (voir Section 4.6) :
- a. maintien de bonnes règles de gestion interne (à rapprocher avec la MTD numéro 3)
  - b. oxydant thermique régénérateur
  - c. dépoussiérage.
71. ramener les émissions dans l'eau aux niveaux mentionnés dans la MTD numéro 56. Réduire, en outre, les rejets dans l'eau en azote total, ammoniac, nitrates et nitrites, (voir Section 4.7.7 et les conclusions du chapitre 7)

### Traitements physico-chimiques

Pour le traitement physico-chimique des eaux résiduaires, les MTD consistent à :

72. appliquer les techniques ci-après dans les réacteurs physico-chimiques (voir Section 4.3.1.2) :
- a. définir clairement les objectifs et la chimie de la réaction attendue pour chaque procédé de traitement
  - b. évaluer chaque nouveau jeu de réactions ainsi que les mélanges de déchets proposés et les réactifs dans un test à l'échelle du laboratoire avant de procéder au traitement des déchets
  - c. concevoir spécifiquement la cuve de réaction et y mener les opérations appropriées afin qu'elle soit prête pour à l'usage auquel elle est destinée.
  - d. enclore toutes les cuves de traitement/de réaction et vérifier qu'elles sont mises à l'air libre par le biais d'un système d'épuration et de réduction des émissions
  - e. surveiller la réaction pour s'assurer qu'elle se déroule normalement et évolue vers le résultat anticipé
  - f. éviter le mélange de déchets ou d'autres flux contenant à la fois des métaux et des agents complexants (voir Section 4.3.1.3).
73. en complément des paramètres génériques identifiés pour les eaux résiduaires dans la MTD numéro 56, d'autres paramètres doivent être identifiés pour le traitement physico-chimique des eaux résiduaires. Quelques références sont fournies sur cette question dans les remarques du chapitre 7.
74. appliquer les techniques ci-après au procédé de neutralisation (voir Section 4.3.1.3)
- a. s'assurer que les méthodes de mesure habituelles sont utilisées
  - b. stocker séparément les eaux résiduaires neutralisées
  - c. procéder à une inspection finale des eaux résiduaires neutralisées après les avoir laissées reposer pendant un laps de temps suffisant.



75. appliquer les techniques ci-après pour favoriser la précipitation des métaux dans les procédés de traitement (voir Section 4.3.1.4) :
  - a. ajuster le pH au point de solubilité minimum où les métaux précipitent
  - b. éviter l'introduction d'agents complexants, de chromates et de cyanures
  - c. éviter que des matières organiques susceptibles d'interférer avec la précipitation ne pénètrent dans le procédé
  - d. laisser les déchets traités obtenus se clarifier par décantation si possible et/ou par l'adjonction d'autres équipements de déshydratation
  - e. utiliser la précipitation des sulfures en présence d'agents complexants. Cette technique est susceptible d'accroître la concentration des sulfures dans les eaux résiduaires traitées.
76. appliquer les techniques ci-après à la rupture des émulsions (voir Section 4.3.1.5) :
  - a. effectuer des tests afin de détecter la présence de cyanures dans les émulsions devant être traitées. En présence de cyanures, l'émulsion doit en tout premier lieu subir un traitement spécial
  - b. préparer des simulations de tests de laboratoire.
77. appliquer les techniques ci-après à l'oxydation/réduction (voir Section 4.3.1.6) :
  - a. réduire les émissions dans l'atmosphère engendrées au cours de l'oxydation/réduction
  - b. mettre en place des mesures de sécurité et des détecteurs de gaz (permettant, par exemple, de détecter l'acide cyanhydrique (HCN), le  $H_2S$ , et les  $NO_x$ ).
78. appliquer les techniques ci-après aux eaux résiduaires contenant des cyanures (voir Section 4.3.1.7) :
  - a. détruire les cyanures par oxydation
  - b. ajouter de la soude caustique en excès pour éviter une baisse du pH
  - c. éviter de mélanger des déchets cyanurés avec des composants acides
  - d. surveiller la progression de la réaction en utilisant des potentiels électriques.
79. appliquer les techniques ci-après aux eaux résiduaires contenant des composés du chrome (VI) (voir Section 4.3.1.8) :
  - a. éviter de mélanger des déchets contenant du chrome (VI) avec d'autres déchets
  - b. réduire le chrome (VI) en chrome (III)
  - c. faire précipiter le métal trivalent.
80. appliquer les techniques ci-après au déchet aux eaux résiduaires contenant des nitrites (voir Section 4.3.1.9) :
  - a. éviter de mélanger des déchets contenant des nitrites avec d'autres déchets
  - b. surveiller et éviter les émissions de vapeurs nitreuses pendant le traitement des nitrites par oxydation/acidification.
81. appliquer les techniques ci-après aux eaux résiduaires contenant de l'ammoniac (voir Section 4.3.1.11) :
  - a. utiliser un système de stripping à l'air à deux colonnes avec épurateur-laveur pour acides en présence de solutions ammoniacuées (jusqu'à 20 en poids/poids)
  - b. récupérer l'ammoniac dans les épurateurs-laveurs et le renvoyer au procédé avant l'étape de décantation
  - c. éliminer l'ammoniac supprimé de la phase gazeuse par épuration-lavage des déchets avec de l'acide sulfurique pour produire du sulfate d'ammonium
  - d. étendre les prélèvements d'échantillons d'air destinés à rechercher la présence d'ammoniac dans les cheminées d'échappement ou dans les zones de filtres-presses afin d'englober les COV dans la filtration et la déshydratation (voir Section 4.3.1.12).



82. relier l'espace libre coiffant les procédés de filtration et de déshydratation au système principal de réduction de la pollution de l'installation (voir Section 4.3.1.12)
83. ajouter des agents de floculation aux boues et aux eaux résiduaires à traiter afin d'accélérer le procédé de sédimentation et de faciliter la séparation ultérieure des solides (voir Section 4.3.1.16 pour quelques restrictions identifiées quant à l'applicabilité). Pour éviter l'emploi des agents de floculation, il est préférable de faire appel à l'évaporation dès lors qu'elle est économiquement viable (voir Section 4.7.6.1)
84. procéder à un nettoyage rapide et un nettoyage à la vapeur ou à un nettoyage au jet d'eau sous pression élevée des ouvertures des procédés de criblage (voir Section 4.3.1.17).

Pour le traitement physico-chimiques des déchets solides, les MTD consistent à :

85. favoriser l'insolubilisation des métaux amphotères et réduire la lixiviation des sels toxiques solubles par une combinaison appropriée de lavage à l'eau, d'évaporation, de recristallisation et d'extraction à l'acide (voir Sections 4.3.2.1, 4.3.2.8, 4.3.2.9) lorsqu'on a recours à une immobilisation pour traiter des déchets solides contenant des composants dangereux en vue de leur mise en décharge
86. faire un test de lessivabilité des composés inorganiques en utilisant les procédures de lixiviation normalisées du CEN et en appliquant les niveaux de test appropriés : caractérisation de base, test de conformité ou vérification sur site (voir Section 4.3.2.2)
87. limiter l'acceptation des déchets devant être traités par des traitement de solidification/d'immobilisation à ceux ne contenant pas des niveaux élevés de COV, de composants odorants, de cyanures solides, d'agents oxydants, d'agents chélatants, de déchets ayant un COT élevé, de bouteille de gaz (voir Section 4.3.2.3)
88. mettre en pratique des techniques de contrôle et de confinement pour les opérations de chargement/déchargement et utiliser des systèmes de convoyage clos (voir Section 4.3.2.3)
89. disposer d'un système de réduction des effluents gazeux pour traiter le flux d'air ainsi que les pics de charges associés au chargement/déchargement (voir Section 4.3.2.3)
90. utiliser au moins un procédé de solidification, de vitrification, de fusion ou de frittage avant de mettre en décharge les déchets solides en conformité avec les techniques présentées dans les Sections 4.3.2.4 à 4.3.2.7.

Pour le traitement physico-chimique des sols contaminés, les MTD consistent à :

91. contrôler la vitesse d'excavation, la superficie des sols contaminés exposés, la durée pendant laquelle les sols sous forme de tas sont laissés à découvert lors de l'excavation et de l'élimination des sols contaminés (voir Section 4.3.2.10)
92. procéder à un test d'étalonnage pour déterminer l'adéquation du procédé à appliquer ainsi que les meilleures conditions opérationnelles pour sa mise en application (voir Section 4.3.2.11)
93. disposer d'équipements de collecte et de contrôle tels que des dispositifs de post-combustion, des oxydants thermiques, des filtres en tissus, du charbon actif ou des condensateurs pour le traitement des gaz issus des traitements thermiques (voir Section 4.3.2.11)
94. noter l'efficacité obtenue durant le procédé pour les différents composants ayant fait l'objet d'une réduction ainsi que pour ceux n'ayant pas été affectés par le procédé (voir Section 4.3.2.3)

### Valorisation de matières à partir des déchets

Pour le re-raffinage des huiles usagées, les MTD consistent à :

95. effectuer un contrôle rigoureux des matériaux entrants en s'appuyant sur des équipements d'analyse (mesures de la viscosité, du rayonnement infrarouge, chromatographie et spectrométrie de masse selon les besoins), les laboratoires et autres ressources (voir Section 4.1.1.1)
96. vérifier au moins les solvants chlorés et les PCB (voir Sections 4.1.1.1 et 4.4.1.2)
97. utiliser la condensation comme traitement pour la phase gazeuse des unités de distillation éclair (voir Section 4.6.8)
98. disposer de conduites de retour des vapeurs, pour le chargement et déchargement des véhicules, qui acheminent toutes les émissions vers un oxydant thermique/incinérateur ou vers une installation d'adsorption sur charbon actif (voir Sections 4.1.4.6, 4.6.7 et 4.6.14)
99. diriger les flux de gaz d'évacuation vers un oxydant thermique avec traitement des effluents gazeux en présence d'espèces chlorées. Avec des niveaux élevés d'espèces chlorées, une condensation suivie d'une épuration à la soude caustique et le passage sur un lit de charbon actif constituent le meilleur schéma de traitement (voir Section 4.6)
100. procéder à une oxydation thermique à 850 °C avec un temps de résidence de deux secondes pour l'évacuation de la distillation sous vide émanant de la pompe à vide ou pour l'air des éléments chauffants des procédés (voir Section 4.6)
101. utiliser un système à vide très performant (voir Section 4.4.1.1)
102. utiliser les résidus de la distillation sous vide ou des évaporateurs à couche mince en tant que produits entrant dans la composition de l'asphalte (voir Section 4.4.1.15)
103. utiliser un procédé de re-raffinage des huiles usagées dont le rendement peut être supérieur à 65 % (en pourcent de matière de sèche) (voir Sections de 4.4.1.1 à 4.4.1.12)
104. atteindre les valeurs ci-après dans les eaux résiduaires rejetées en provenance de l'unité de re-raffinage (voir Section 4.4.1.14) :

Paramètres relatifs aux eaux résiduaires	Concentration (ppm)
Hydrocarbures	<0,01 – 5
Phénols	0,15 à 0,45
Pour les autres paramètres concernant l'eau, se référer à la MTD numéro 56 dans la Section MTD génériques	

en mettant en œuvre une combinaison adéquate de techniques intégrées au procédé et/ou de traitements primaires, secondaires, biologiques et de finition (voir Sections 4.4.1.14 et 4.7).

Pour le traitement des solvants usagés, les MTD consistent à :

105. effectuer un contrôle soigneux des matériaux entrants en s'aidant des équipements d'analyse, des laboratoires et des ressources (voir Section 4.1.1.1)
106. faire évaporer les résidus des colonnes de distillation et récupérer les solvants (voir Section 4.4.2.4)

Pour la régénération des catalyseurs usagés, les MTD consistent à :

107. utiliser des filtres à manches pour réduire les particules des fumées engendrées par le procédé de régénération (voir Sections 4.4.3 et 4.6.5)

108. utiliser un système de réduction des émissions d'oxyde de soufre (voir Section 4.4.3.3).

Pour la régénération des charbons actifs, les MTD consistent à :

109. disposer d'une procédure de contrôle de qualité efficace permettant à l'opérateur de distinguer avec certitude le charbon utilisé pour l'eau potable ou celui de qualité alimentaire du reste des charbons épuisés (dénommés « charbons industriels ») (voir Section 4.4.4.2)
110. exiger du client une attestation écrite indiquant quel usage a été fait du charbon (voir Section 4.1.2.3. Faire un rapprochement avec la MTD numéro 12.c)
111. utiliser un four à chauffage indirect pour les charbons industriels : il est possible de rétorquer que ceci pourrait aussi être appliqué aux charbons actifs pour l'eau potable. Toutefois, les limites de capacité et la corrosion peuvent induire l'idée que seuls des fours à soles étagées ou des fours rotatifs à chauffage direct doivent être utilisés (voir Section 4.4.4.1)
112. utiliser un dispositif de post-combustion avec une température minimum de 1 100 °C, deux secondes d'exposition et un excès d'oxygène de 6 % pour la régénération des charbons industriels lorsqu'il y a lieu de penser que des substances halogénées réfractaires ou d'autres substances résistant à la chaleur risquent d'être présentes. Dans les autres cas, des conditions thermiques moins sévères peuvent suffire (voir Section 4.4.4.2)
113. utiliser un dispositif de postcombustion avec une température minimum de chauffage de 850 °C, deux secondes d'exposition et un excès d'oxygène de 6 % pour les charbons actifs pour l'eau potable et ceux de qualité alimentaire (voir Section 4.4.4.2)
114. appliquer une suite de traitements d'épuration des fumées avec passage dans un « quench » (unité de refroidissement des gaz par pulvérisation d'eau) et/ou dans un tube venturi et dans un laveur à l'eau puis dans un ventilateur de tirage forcé (voir Section 4.4.4.2)
115. utiliser des solutions d'épuration à base de carbonate de sodium ou soude caustique pour neutraliser les gaz acides dans les centrales à charbon industrielles (voir Section 4.4.4.2)
116. disposer d'une station d'épuration des eaux résiduaires comportant une combinaison adéquate de floculation, sédimentation, filtration, ajustement de pH, pour le traitement des charbons pour eau potable. Pour les effluents des charbons industriels, la mise en œuvre de traitements complémentaires (par exemple, précipitation d'hydroxyde métallique et de sulfure sont aussi considérés comme des MTD (voir Section 4.4.4.3)

### **Préparation des déchets destinés à servir de combustibles**

Pour la préparation des déchets destinés à servir de combustibles, les MTD consistent à :

117. essayer d'entretenir un lien privilégié avec l'utilisateur du combustible préparé à partir de déchets de manière à assurer un transfert correct des connaissances concernant la composition de ce combustible (voir Section 4.5.1)
118. disposer d'un système d'assurance qualité pour garantir les caractéristiques du combustible produit à partir des déchets (voir Section 4.5.1)
119. fabriquer différents types de combustibles à partir des déchets en fonction des différents types d'utilisations (par ex. pour cimenterie, diverses centrales électriques), du type de four (par ex. four à grille ou four à air forcé) et du type de déchets utilisé pour la fabrication des déchets (par ex. déchets dangereux, déchets solides municipaux) (voir Section 4.5.2)

120. *lors de la production de combustibles à partir de déchets dangereux, utiliser un traitement au charbon actif pour les eaux faiblement contaminées et un traitement thermique pour les eaux fortement contaminées (voir Sections 4.5.6 et 4.7). Dans ce contexte, le traitement thermique se réfère à tout traitement thermique de la Section 4.7.6 ou à l'incinération, laquelle n'est pas traitée dans ce document*
121. *lors de la production de combustibles à partir de déchets dangereux, s'assurer que les règles concernant les risques électrostatiques et l'inflammabilité sont correctement appliquées, pour des considérations de sécurité (voir Sections 4.1.2.7 et 4.1.7)*

Pour l'élaboration des combustibles à partir des déchets solides non dangereux, les MTD consistent à :

122. inspecter visuellement les déchets entrants pour en éliminer les parties volumineuses métalliques ou non. L'objectif est ainsi de protéger l'installation contre les dégradations d'origine mécanique (voir Section 4.1.1.3. Faire le rapprochement avec la MTD 8.e)
123. utiliser des séparateurs magnétiques pour séparer métaux ferreux et non ferreux. L'objectif est ainsi de protéger les pelletiseurs et de satisfaire aux exigences des utilisateurs finaux (voir Sections 4.5.3.3 et 4.5.3.4)
124. faire usage de la technique du proche infra-rouge pour éliminer les matières plastiques. L'objectif est ainsi de réduire la quantité de chlore organique et de certains métaux qui sont des constituants des matières plastiques. (voir Section 4.5.3.10)
125. utiliser une combinaison adéquate de déchiqueteurs et de pelletiseurs pour obtenir un combustible issu des déchets à la taille spécifiée (voir Sections 4.5.3.1 et 4.5.3.12)

Pour certaines installations préparant des combustibles à partir des déchets solides provenant de flux de déchets séparés à la source, l'utilisation de certaines ou de toutes les techniques ci-dessus mentionnées peut ne pas s'avérer nécessaire pour rester en conformité avec les MTD (voir Section 4.5.3.1)

Pour l'élaboration des combustibles à partir de déchets solides dangereux, les MTD consistent à :

126. *prendre en considération les émissions et les risques d'inflammabilité lorsqu'une opération de séchage ou de chauffage s'avère nécessaire (voir Sections 4.1.2.7 et 4.5.4.1)*
127. *réaliser des opérations de mélange et d'assemblage dans des enceintes fermées équipées des systèmes de contrôles d'atmosphère adéquats (voir Sections 4.1.4.5, 4.5.4.1 et 4.6)*
128. *utiliser des filtres à manches pour la réduction des matières particulaires (voir Section 4.6.26)*

Pour l'élaboration des combustibles à partir de déchets liquides, les MTD consistent à :

129. *utiliser des échangeurs de chaleur extérieurs à la cuve si le chauffage du combustible liquide s'avère nécessaire (Section 4.5.4.1)*
130. *adapter les matières solides en suspension pour garantir l'homogénéité du combustible liquide (voir Section 4.5.4.1)*

## 6 TECHNIQUES EMERGENTES

Dans le présent document, les « techniques émergentes » s'entendent comme des techniques nouvelles, qui, à ce jour, n'ont donné lieu à aucune exploitation commerciale dans aucun secteur industriel. Ce chapitre présente les techniques nouvelles susceptibles d'apparaître sur le marché dans un avenir proche et qui pourraient trouver une application dans le domaine du traitement des déchets.

[5, Concawe, 1996], [36, Viscolube, 2002], [30, Eklund et al., 1997], [41, UK, 1991], [81, VDI et Dechema, 2002], [90, Rogut, 2003], [101, Greenpeace, 1998], [122, Europro, 2003], [132, UBA, 2003], [141, Magistrelli et al., 2002], [150, TWG, 2004], [152, TWG, 2004], [154, UNEP, 2004]

### Analyse en ligne

#### Description

La technique de l'analyse en ligne constitue l'un des derniers développements en matière d'analyse et d'assurance qualité. Elle peut être utilisée pour toutes les applications concernant la préparation des combustibles solides issus des déchets.

L'analyse en ligne est utilisée pour les matières broyées et/ou non broyées avec élimination automatique des matières qui ne satisfont pas aux critères de qualité par exemple pour les combustibles solides issus des déchets, en particulier lorsque les valeurs limites du chlore et/ou du brome sont dépassées.

Le mode de fonctionnement repose sur une nouvelle technique d'analyse par fluorescence de rayons X, caractérisée par une vitesse d'analyse élevée permettant de détecter et d'identifier à l'heure de grandes quantités de matières broyées ou non (en fonction des performances techniques et de la détermination des paramètres).

La configuration de l'ensemble de mesure et/ou de l'analyseur se situe directement au-dessus d'un convoyeur. Un flux de matière aussi uniforme que possible est envoyé sous l'ensemble de mesure et/ou l'analyseur pour être analysé et/ou faire l'objet de mesures.

Le dépassement d'une valeur limite donne lieu à l'émission d'un signal électronique (numérique ou analogique) qui, ensuite, par le biais d'un système de commande logiciel et/ou électronique provoque la mise à l'écart du matériau indésirable (par action mécanique, hydraulique, pneumatique, électrostatique ou magnétique). L'ensemble de mesure et/ou l'analyseur peut être équipé d'un ou de plusieurs tubes à rayons X ou d'un ou plusieurs détecteurs.

Il est également possible d'utiliser un ensemble portable à titre d'équipement d'appoint pour le contrôle et le suivi de la qualité des matières en entrée. Cet ensemble repose également sur la méthode par fluorescence de rayons X et s'utilise plus particulièrement pour la détection du chlore, du chrome et des métaux lourds.

#### Avantages obtenus en termes d'environnement

Cet outil permet d'analyser et de détecter (en fonction des équipements et des logiciels), les éléments suivants : Cl, Br, Cd, Hg, Pb, As, Se, Ni, Sb, Cu, Ba, Cr, Sn, Mo, Zn, Sr, Fe, Co, Ti, V, Rb, Ir, Pt, Au, Pd, Nb, W, Bi, Mn, Ta, Zr, Hf, Re.

#### Effets multimilieus

#### Données opérationnelles

Cet outil a été développé pour fournir la meilleure qualité d'analyse dans un environnement des plus hostiles (la boue, la pluie, la poussière ne posent aucun problème !) : l'électronique la plus rapide fournissant une qualité d'analyse comme au laboratoire, néanmoins sur le terrain, mesure pour mesure, quelle que soit la matière, sans idée de norme ni de réétalonnage.

### Applicabilité

Cet outil semble être actuellement l'outil d'analyse portable le plus rapide et le plus précis pour la presque totalité des métaux, matières plastiques, bois anciens, verre, terre, déchets, boues, métaux non ferreux destinés au recyclage.

### Références bibliographiques

[150, TWG, 2004]

### **Temps de dégradation biologique dans les procédés de traitement biomécanique**

Les temps de dégradation biologique minimum exigés pour satisfaire aux critères de mise en décharge avec une fiabilité opérationnelle suffisante devront être déterminés à partir de l'expérience future acquise avec les nouvelles installations de traitement biomécanique optimisées.

### **Immobilisation des chlorures de métaux lourds**

Un procédé de stabilisation des déchets contenant des métaux lourds générés dans le procédé de vitrification des cendres volantes repose sur la conversion par lots des chlorures de métaux lourds avec du dihydrogénophosphate d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ). Conversion des chlorures de métaux lourds en phosphate et leur immobilisation dans une matrice verre phosphate.

### **Stabilisation du sulfate ferreux des déchets FGT**

#### Description

Cette stabilisation implique une procédure en cinq étapes, dans laquelle les matières solides sont tout d'abord mélangées à une solution de  $\text{FeSO}_4$  puis ventilées à l'air atmosphérique à raison de L/S 3 l/kg afin d'oxyder le Fe(II) en Fe(III) et de faire précipiter les oxydes de fer. Cette étape comprend également l'extraction des sels solubles. Le pH de la suspension est ensuite maintenu à une valeur de pH 10 - 11 pendant une durée de 0,5 à 1 heure pour permettre aux métaux lourds dissous de se lier aux oxydes de fer précipités. La quatrième étape est une déshydratation suivie finalement par une étape de lavage pour renouveler l'eau restante et éliminer les sels résiduels. Le produit final stabilisé possède une teneur en eau d'environ 50 %.

#### Avantages obtenus en termes d'environnement

Le principal avantage de ce procédé de stabilisation est l'amélioration des propriétés de lixiviation du produit final. Les caractéristiques de lixiviation des déchets SORTANTS sont présentées comme étant très bonnes, et un faible rejet des métaux lourds devrait pouvoir être conservé pendant des périodes de temps prolongées, dans la mesure où les oxydes de fer sont réputés avoir une durée de vie à l'échelle du temps géologique. Le potentiel polluant des déchets SORTANTS est objectivé plutôt que détaillé et il est prévisible que les déchets SORTANTS soient moins enclins à une désintégration physique que les produits stabilisés au ciment parce que la plupart des sels sont éliminés. Ce procédé stabilise les déchets du traitement d'épuration des fumées (FGT) et qui ont généralement de bien meilleures propriétés de lixiviation que les déchets solidifiés dans du ciment. Ce procédé réduit la quantité de déchets SORTANTS d'environ 10 % par poids sec.

#### Effets multimilieux

Aucune stratégie de réutilisation n'a encore été démontrée, toutefois il a été suggéré que les déchets SORTANTS peuvent être utilisés dans la construction des routes après traitement thermique dans la chambre de combustion de l'incinérateur. Les activités de recherche tentent actuellement de traiter cette question.

Le procédé produit des eaux résiduaires ayant une teneur élevée en sels et des concentrations relativement faibles en métaux parce que le Fe(II) est présent à l'étape d'extraction. Les eaux résiduaires peuvent, dans la plupart des cas, être déversées dans un récepteur marin après simple traitement ou peuvent être dé-ionisées par cristallisation.

#### Données opérationnelles



Le procédé a été mis en pratique à l'échelle pilote sur une installation de traitement discontinu d'environ 200 kg de poids sec. Les paramètres tels que la consommation d'eau, le mélange de l'eau et de matières, le taux d'oxydation du Fe(II), le temps de réaction, le pH et les adjuvants de contrôle du pH ont été optimisés. Il a été démontré que ce procédé est peu sensible eu égard aux propriétés des déchets ENTRANTS, bien que certaines variations des paramètres du procédé se produisent. Les données types sont pour une tonne de déchets ENTRANTS : 10 à 50 kg de Fe, 20 à 50 minutes d'aération, 30 à 60 minutes de temps de réaction,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ou  $\text{FeSO}_4$  comme adjuvant de contrôle du pH, pH optimal de 10 à 11 et consommation d'eau de 3 à 4 m<sup>3</sup>. Dans la configuration actuelle, la déshydratation des matières traitées a été réalisée au moyen d'un filtre à plaques et d'un filtre-pressé à cadres.

#### Applicabilité

L'unité de stabilisation peut être mise en œuvre en tant que partie intégrante de l'incinérateur mais peut également exister sous la forme d'une installation de traitement centralisée gérant des résidus provenant de plusieurs incinérateurs. La technique a été démontrée sur des déchets du traitement d'épuration des fumées (FGT) semi-secs ainsi que sur des cendres volantes seules et sur des cendres volantes combinées à de la boue issues des épurateurs-laveurs par voie humide (produit Bamberg) ; avec, dans chaque cas, de bons résultats.

#### Aspects économiques

Le coût du traitement est estimé à environ 65 EUR/tonne avec une capacité de 20 000 tonne/an, coûts d'investissement inclus.

#### Agents moteurs pour la mise en œuvre

Les très bonnes propriétés de lixiviation des déchets SORTANTS constituent la principale raison de la mise en œuvre de cette technologie ainsi que le fait qu'elles devraient s'inscrire, selon les prévisions, dans une perspective à long terme.

#### Exemples d'installation

Le procédé a été démontré uniquement à l'échelle pilote, toutefois il a également été conçu à grande échelle. Aucune installation à grande échelle n'a pour l'instant été mise en œuvre.

#### Références bibliographiques

[124, Iswa, 2003]

### **Stabilisation au dioxyde carbone et au phosphate des déchets du traitement d'épuration des fumées (FGT)**

#### Description technique

Les agents chimiques utilisés dans ce cas sont le  $\text{CO}_2$  et/ou le  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Ce procédé implique une procédure en deux étapes, dans laquelle, les déchets ENTRANTS sont tout d'abord lavés à raison de L/S de 3 l/kg afin d'extraire les sels solubles. Ensuite, les matières sont déshydratées et lavées de nouveau dans un filtre-pressé à plaque et à cadre à raison de L/S 3 l/kg. Les résidus sont ensuite remis en suspension et on ajoute le  $\text{CO}_2$  et/ou le  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . La durée des réactions de stabilisation est de 1 à 1,5 heure, avec diminution du pH, et d'une heure supplémentaire pendant laquelle le pH est maintenu à approximativement pH 7. Enfin les résidus sont de nouveaux déshydratés et lavés dans le filtre-pressé avec un autre 3 l/kg. Le produit final possède une teneur en eau d'environ 50 %. L'utilisation du  $\text{CO}_2$  et du  $\text{H}_3\text{PO}_4$  comme agent de stabilisation garantit que les métaux lourds sont liés en tant que carbonates ou phosphates.

#### Avantages obtenus en termes d'environnement

Les propriétés de lixiviation observées sont très bonnes, semblables à celles de la stabilisation Ferrox. En règle générale, les carbonates et les phosphates métalliques sont réputés avoir de faibles solubilités, et les caractéristiques de lixiviation des déchets SORTANTS devraient rester bonnes pendant des périodes de temps prolongées. Le potentiel polluant des déchets SORTANTS est objectivé plutôt que détaillé et il faut s'attendre à ce que la désintégration physique des déchets SORTANTS dans une perspective à long terme soit moins importante que



dans le cas d'une stabilisation au ciment, parce que la plupart des sels sont éliminés. Les déchets SORTANTS ont généralement de bien meilleures propriétés de lixiviation que ceux traités au ciment. Ce procédé réduit la quantité de matières d'environ 15 % par poids sec.

### Effets multimilieux

Aucune stratégie de réutilisation n'a encore été démontrée. Le procédé produit des eaux résiduaires provenant de l'étape de déshydratation. Toutes les autres eaux du procédé autre sont recyclées dans le procédé. Les eaux résiduaires doivent être traitées parce qu'elles contiennent des métaux lourds dissous, dans une station d'épuration classique, par exemple en utilisant un réglage du pH et une addition de TMT.

### Données opérationnelles

Ce procédé a été démontré à l'échelle pilote sur une installation de traitement discontinu d'environ 200 kg de poids sec. Les paramètres tels que la consommation d'eau, le mélange d'eau et de matière solide, l'ajout de  $\text{CO}_2$  et de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , le temps de réaction, le pH et la méthode d'ajustement du pH ont été optimisés. Il a été démontré que ce procédé est peu sensible eu égard aux propriétés des déchets ENTRANTS, bien que certaines variations des paramètres du procédé se produisent. En fonction de la composition des déchets ENTRANTS, on a utilisé du  $\text{CO}_2$  ou du  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ou les deux. Il a également été démontré que les fumées peuvent être utilisées comme source de  $\text{CO}_2$ .

Les données types du procédé pour 1 tonne de déchets ENTRANTS sont : 5 à 20 kg de  $\text{CO}_2$ , 0 à 40 kg de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  et 3 m<sup>3</sup> de  $\text{H}_2\text{O}$ .

### Applicabilité de cette technique

L'unité de stabilisation peut être mise en œuvre en tant que partie intégrante de l'incinérateur mais peut également exister sous la forme d'une installation de traitement centralisée gérant des résidus provenant de plusieurs incinérateurs. La technique a été démontrée sur des déchets du traitement d'épuration des fumées (FGT) semi-secs ainsi que sur des cendres volantes seules et sur des cendres volantes combinées à des boues issues des épurateurs-laveurs par voie humide (produit Bamberg) ; avec, dans chaque cas, de bons résultats.

### Aspects économiques

Le coût du traitement de stabilisation est estimé à environ 80 EUR/tonne avec une capacité de 20 000 tonnes/an, coûts d'investissement inclus.

### Agents moteurs pour la mise en œuvre

Les très bonnes propriétés de lixiviation des déchets SORTANTS constituent la principale raison de la mise en œuvre de cette technologie ainsi que le fait qu'elles devraient s'inscrire, selon les prévisions, dans une perspective à long terme.

### Exemples

Ce procédé a été démontré uniquement à l'échelle pilote ; toutefois il a également été conçu à grande échelle. Aucune installation à grande échelle n'a pour l'instant été mise en œuvre.

### Références bibliographiques

[124, Iswa, 2003], [125, TWG, 2004]

### **Nouvelles techniques d'extraction à la vapeur pour la remédiation des sols**

Des approches telles que celles utilisant les micro-ondes, les fréquences radioélectriques et le chauffage électrique ont été testées à échelle pilote mais les résultats à grande échelle ne sont pas encore disponibles.

### **Phytoextraction des métaux du sol**

Dans le domaine de l'assainissement de l'environnement par le biais de procédés biologiques, la méthodologie connue sous le nom de phytoremédiation a récemment reçu une attention croissante des opérateurs exerçant dans ce domaine. La phytoremédiation englobe diverses techniques utilisées à la fois pour le nettoyage du sol et de l'eau. Pour le sol contaminé par les

métaux, la phytoextraction représente l'une des meilleures solutions d'un point de vue économique-environnemental. Par le biais de ces techniques, les métaux sont absorbés et transportés depuis le sol vers le tissu végétal exploitable.

### Traitement des déchets contaminés par les POP

Ce type de déchets est actuellement traité, pour l'essentiel, par incinération. Toutefois, d'autres types de techniques sont en train de voir le jour comme présenté dans le Tableau 6.1 ci-après.

Techniques	Commentaires
Déchloration catalysée par une base	Les composés organochlorés sont mis en réaction avec du polyéthylèneglycol, pour former un éther de glycol et/ou un composé hydroxylé qui nécessite un traitement ultérieur et un sel. Des dioxines ont été identifiées dans les résidus du procédé. Le rendement de la destruction n'est pas élevé.
Hydrogénation catalytique	Les composés organochlorés sont mis à réagir avec de l'hydrogène en présence de catalyseurs à base de métaux nobles, pour produire du chlorure d'hydrogène et des hydrocarbures légers.
Oxydation électrochimique	<p>A basse température et à pression atmosphérique, des oxydants d'origine électrochimique réagissent avec des composés organochlorés pour former du dioxyde de carbone, de l'eau et des ions inorganiques, avec des efficacités de destruction élevées. Toutes les émissions et tous les résidus peuvent être capturés pour analyse et retraitement si nécessaire.</p> <p>Une pile électrochimique s'utilise pour générer des espèces oxydantes à l'anode dans une solution anodique, en règle générale, de l'acide nitrique. Ces oxydants et l'acide attaquent ensuite tous les composés organiques et transforment la plupart d'entre eux en dioxyde de carbone, eau et ions inorganiques à basse température (&lt; 80 °C) et à pression atmosphérique. Les composés détruits par ce procédé comprennent des hydrocarbures aromatiques et aliphatiques, des phénols, des composés organophosphorés et organosoufrés ainsi que des composés chlorés aliphatiques et aromatiques.</p> <p>Aucune donnée pouvant rendre compte des concentrations en dioxines et autres POP dans les résidus gazeux, liquides ou solides, susceptibles de s'être formés dans ce procédé, n'était disponible à des fins d'examen.</p> <p>A ce jour, il n'y a pas d'application industrielle connue.</p>
Oxydation sous faisceau d'électrons	
Oxydation électrochimique médiée cérium	Cette technique met en jeu des cellules électrochimiques pour la génération du cérium actif oxydant à l'anode, un réacteur à phase liquide pour la première destruction organique, un réacteur à phase gazeuse pour détruire toute émission issue du réacteur liquide et un épurateur d'acides gras pour supprimer les gaz acides avant mise à l'air libre. Le procédé fonctionne à faible température (90 °C à 95 °C) et à la pression atmosphérique.
Oxydation électrochimique médiée par l'argent	Ce procédé utilise l'argent pour oxyder des flux de déchets organiques. Les réactions ont lieu dans une pile électrochimique similaire au type de pile utilisée dans l'industrie chloro-alkaline. Le

	procédé fonctionne à faible température (environ 90 °C) et à pression atmosphérique.
Métal en fusion	Des composés organochlorés et d'autres matières sont oxydés dans une cuve de métal en fusion et donnent de l'hydrogène, du monoxyde de carbone, des scories de céramique, des sous-produits métalliques. La conception d'installations pour quatre clients commerciaux est actuellement en cours au Etats-Unis.
Sel en fusion	Des composés organochlorés et d'autres matières sont oxydés dans une cuve de sels en fusion, et produisent du dioxyde de carbone, de l'azote moléculaire, de l'oxygène moléculaire et des sels neutres. Le rendement de destruction peut être élevé. Le procédé est adapté à la destruction des pesticides mais non au traitement des sols contaminés.
Photocatalyse	Fait appel à la lumière pour activer un catalyseur qui oxyde/réduit les composés. Un large éventail de composés peut être détruit. Utile pour les déchets liquides et gazeux.
Oxydation par rayonnement ultraviolet	

**Tableau 6.1 : Nouvelles techniques de destruction des POP**  
[101, Greenpeace, 1998], [150, TWG, 2004], [154, UNEP, 2004]

### Nouvelles techniques de traitement des huiles usagées

Il existe actuellement dans le monde entier de nombreuses activités visant à améliorer les technologies de recyclage des huiles usagées existantes et à en mettre au point de nouvelles. Le tableau ci-après présente un aperçu de ces techniques en cours de développement.

Technique	Commentaires
Procédé FILEA du C.E.A.	Filtration CO <sub>2</sub> supercritique
Extraction au solvant MRD	Extraction au solvant des distillats sous vide d'huiles usagées produits par TFE avec un solvant sélectif et très efficace (par ex. NMP). Technologie totalement dépourvue de déchets avec une forte efficacité et grande souplesse ; production d'huiles de base de qualité élevée. Principaux avantages : <ul style="list-style-type: none"> <li>réduction quantitative des aromatiques polycycliques (PNA) à un niveau jamais atteint par aucune autre technologie de re-raffinage (niveau ppb)</li> <li>rétenion complète des composants d'huiles de base synthétique à valeur élevée qui sont de plus en plus présents dans les huiles usagées et qui se traduisent par des niveaux de qualité très élevée des huiles de base produites.</li> </ul> Une unité devrait être opérationnelle en Allemagne à compter de Mars 2005.
Nouvelle technologie Meinken	Il a été développé un nouveau procédé consistant à appliquer un nouvel absorbant aux distillats sous vide. Il semble que le catalyseur absorbant soit une boue activée. Aucune application industrielle actuellement connue
Procédé Probex	
Procédé ROBYS <sup>TM</sup>	Craquage catalytique et stabilisation pour la production de diesel.
Traitements supercritiques	Cette technologie s'applique au désasphaltage mais aussi au fractionnement. Aucun changement au niveau de la prédistillation et de l'hydrotraitement par rapport à une unité standard de désasphaltage au propane (PDA). <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Désasphaltage supercritique</i> : la fraction asphaltique est séparée par extraction avec les hydrocarbures légers (C<sub>2</sub>/C<sub>3</sub>) dans des conditions supercritiques. L'huile clarifiée est</li> </ul>

	<p>séparée du milieu d'extraction et fractionnée dans une colonne standard sous vide.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fractionnement supercritique</i> : l'huile clarifiée provenant de l'unité de désasphaltage supercritique, qui est encore mélangée au milieu d'extraction, est séparée directement en deux ou plus de deux coupes en faisant varier les conditions physiques du mélange.</li> </ul> <p>Ces deux technologies réduisent les investissements et les coûts de fonctionnement par rapport aux technologies de désasphaltage au propane standard (1 et 2 étapes).</p> <p>Deux projets d'installations pilotes indépendantes ont été développés.</p>
--	---

**Tableau 6.2 : Technologies de traitement des huiles usagées en cours de développement**  
[5, Concawe, 1996], [36, Viscolube, 2002], [150, TWG, 2004]

### Régénération du charbon actif

	Stade de développement
<i>Technologies de régénération du charbon actif</i>	
Régénération biologique du charbon actif éteint	Actuellement au stade Recherche et Développement
Régénération oxydative	Actuellement au stade Recherche et Développement
<i>Nouvelles techniques de contrôle de la pollution visant à réduire les émissions</i>	
Absorbeur à lit fluidisé circulant	
Oxydation électrocatalytique de dioxyde de soufre (procédé ELCOX)	
Procédés électrochimiques	
Irradiation des fumées	
Injection de méthanol	

**Tableau 6.3 : Nouvelles techniques susceptibles d'être appliquées à la régénération du charbon actif**  
[41, UK, 1991], [150, TWG, 2004]

### Préparation de combustibles solides à partir de mélanges organiques/aqueux

Ce procédé a pour objectif de préparer un combustible destiné à une utilisation dans les cimenteries. Il consiste à réaliser des mélanges de substances organiques et d'eau avec une structure poreuse d'hydroxyde de calcium afin de capturer les substances organiques et d'utiliser ce produit comme matière première dans l'industrie du ciment. Cette technique permet de traiter les déchets hospitaliers, les déchets municipaux, les déchets dangereux/chimiques ainsi que les déchets industriels et commerciaux non dangereux.

### Nouvelles techniques pour la préparation des déchets dangereux en vue de leur valorisation énergétique

De nouveaux adsorbants pour la préparation de combustibles solides à partir de déchets dangereux. Il existe une recherche permanente visant à découvrir de nouveaux adsorbants afin de remplacer la sciure fraîche.

### Craquage des matériaux polymères

Les combustibles liquides ou gazeux comme les gasoils ou les mazouts lourds peuvent aussi être substitués avec une étape préliminaire de craquage des déchets polymères en liquide ou en gaz. Les efforts dans ce domaine n'ont pour la plupart pas dépassé le stade des essais à l'échelle pilote.

## CONCLUSIONS

Dès la première réunion, il a été difficile de dégager une position commune au sein du groupe de travail technique (TWG), quant aux activités de traitement de déchets devant être appréhendées par le présent document. Ces différences de point de vue relatives à ce qui devait ou ne devait pas être couvert par ce document ont rendu la démarche plus difficile et ont sans doute contribué à limiter encore le chapitre sur les meilleures techniques disponibles (voir « Recommandations pour les travaux futurs » ci-après).

D'aucuns sont d'avis que ce document devrait couvrir l'ensemble des installations de traitement de déchets existant à ce jour ; leur avis est fondé sur trois arguments : premièrement, les caractéristiques techniques des traitements supplémentaires sont très similaires, voire identiques à certains des traitements faisant l'objet de ce document ; deuxièmement, elles soutiennent que cette approche peut être bénéfique pour la compétitivité de certains traitements de déchets non couverts par la directive PRIP parce que les installations concernées pourraient être autorisées à fonctionner avec des critères environnementaux moins rigoureux que ceux exigés par les MTD ; troisièmement, on pourrait interpréter que puisque ces traitements ne sont pas couverts, il n'est pas possible de définir une MTD et qu'ils ne peuvent être effectués dans des conditions de MTD. Il n'y a pas lieu de considérer l'objectif de ce document comme une tentative pour interpréter la directive PRIP ou une quelconque législation concernant les déchets.

L'annexe I de la directive PRIP répertorie les installations qui sont couvertes par la directive. Ces installations sont définies à partir des codes R (valorisation) et D (élimination) des déchets mentionnés dans la directive-cadre sur les déchets. Néanmoins, il est très difficile de faire la distinction entre les codes R et D car ils sont étroitement reliés. Par exemple, il y a des traitements qui ne sont pas couverts quand un traitement de valorisation (R) est appliqué à un certain déchet (par exemple, la digestion aérobie pour la production de compost) mais couverts lorsqu'un traitement d'élimination (D) est appliqué (par exemple, la digestion aérobie dans les décharges). Cette situation créera des difficultés dans la mise en œuvre de la directive pour certaines installations de traitement de déchets et peut être à l'origine de conflits de marché parce que certaines installations seront soumises à l'obligation d'avoir un permis PRIP et d'autres ne le seront pas.

Certains lecteurs ont essayé d'interpréter la structure de ce document comme un outil permettant de faire la distinction entre certains codes R et D. Un exemple illustrant ceci peut être l'interprétation des codes R1, R9 ou D10 pour le traitement des huiles usagées. Il existe deux options principales (voir Section 2.4.1) pour le traitement des huiles usagées. L'une est la régénération (re-raffinage) de l'huile usagée (traitée en Section 2.4.1) dans la rubrique « Valorisation des matières » et l'autre réside dans le traitement de l'huile usagée pour produire une matière qui sera utilisée essentiellement en tant que combustible. Dans certains cas, cette dernière option produit des matières pouvant être utilisées comme absorbant du naphtalène dans le nettoyage des fours à coke, comme huile de démoulage ou comme huile de flottation. Ces traitements sont couverts par la Section 2.5.2.4 lorsque leur produit est utilisé en tant que combustible. Il est expressément rappelé qu'en aucun cas le présent document ne prétend interpréter une quelconque législation.

L'annexe I de la directive PRIP fait également la distinction entre les installations traitant des déchets dangereux et celles traitant des déchets non dangereux. Cet état de choses crée une difficulté supplémentaire quant au champ d'application exact du document ainsi que relativement à sa structure. En effet, pour un même type d'installation, il prend en compte celles qui traitent des déchets dangereux mais pas celles qui traitent des déchets non dangereux.

Certaines informations considérées comme hors du champ de ce document ont été incluses alors que d'autres informations fournies n'ont pas été incluses du tout (par exemple : le compostage). Dans le souci d'éviter toute confusion, on a considéré adéquat de conserver les informations sur les questions figurant dans le deuxième projet tout en s'imposant de ne pas faire figurer de telles informations dans les chapitres 1 à 3. Un exemple est fourni par le traitement des cendres

lourdes (scories) que l'on utilise comme matériau de construction dans la Section 2.3.3.15. Il avait également été convenu que certaines informations fournies devaient être revues par quelques membres du groupe de travail technique (TWG) après la deuxième réunion de celui-ci. Néanmoins, le groupe de travail technique (TWG) n'a pas été en mesure de respecter la date limite fixée lors de la réunion ; ainsi, les informations ne sont pas disponibles dans ce document. Les informations étaient relatives au « acide de décapage » pour le traitement des eaux usées, les boues de purification thermique contenant des huiles, le traitement thermique des sols contaminés, le traitement des poussières de décapage et le traitement de l'asphalte contenant des goudrons.

Quelques informations ont été fournies en même temps que les commentaires sur le deuxième projet de ce document (voir la section chronologique du travail ci-dessous). En conséquence, il n'y a pas eu assez de temps pour une revue collégiale et exhaustive. Cela signifie que certaines techniques du chapitre 4 (par exemple les sections 4.1.4.11, 4.3.1.1, 4.3.1.19, 4.3.1.20, 4.3.1.21, 4.3.2.16, 4.3.3.3, 4.4.1.12, 4.4.2.1, 4.4.2.5, 4.5.2, 4.5.4.3) n'ont pas pu être révisées ni évaluées en groupe pour décider si elles constituaient des éléments de MTD pour le secteur concerné. Néanmoins, quelques-unes de ces nouvelles informations sont maintenant incluses. Certaines n'ont probablement pas été fournies plus tôt au cours du processus en raison d'un défaut de clarté dans la portée souhaitée pour ce travail. Les informations figurant dans cette catégorie sont une partie des informations fournies par les Pays-Bas, l'Allemagne et Cefic.

Le secteur industriel relevant de la directive PRIP est fortement réglementé et la terminologie utilisée n'est pas la même à travers l'Union européenne. Bien plus, il existe différentes interprétations pour des termes identiques dans les différents pays, notamment lorsqu'il s'agit de la qualification de « valorisation » et « élimination ». Le glossaire associé à ce document joue un rôle important pour faire face à cette difficulté. Il informe le lecteur/utilisateur sur le sens donné dans le document à chacun des mots identifiés par le groupe de travail technique (TWG) comme donnant lieu à controverse. Le glossaire ne saurait être considéré comme l'interprétation d'une quelconque législation et il peut entrer en conflit avec quelques définitions légales nationales. Pour prévenir certaines difficultés déjà rencontrées, ce document s'efforce d'utiliser des termes neutres dans le souci d'éviter des polémiques relatives aux déchets, telles que déchets ou pas déchets, « valorisation » ou « élimination », dangereux ou non dangereux.

Les techniques analysées dans ce document sont les plus pertinentes pour le secteur considéré ; néanmoins, comme c'est le cas avec tous les BREF, elles se limitent aux informations fournies.

### **Chronologie des travaux**

Les travaux sur le document ont commencé par la première réunion plénière du groupe de travail technique (TWG) en Février 2002. Un premier projet a été arrêté en Février 2003 puis un deuxième en Janvier 2004. Une réunion plénière finale s'est tenue en deux sessions, en Septembre et en Octobre 2004, après quoi le document a été parachevé. Ainsi, toutes les parties du document final ont fait l'objet d'une révision collégiale par le groupe de travail technique (TWG).

### **Sources de l'information**

Plus de 150 éléments d'information ont été utilisés pour la préparation de ce document. Plusieurs rapports émanant de l'industrie ou des autorités d'Etats membres ont été utilisés comme sources principales d'information et ont contribué à l'élaboration du projet, certains d'entre eux ayant été spécialement préparés pour le présent document. Seulement trois Etats membres se sont montrés actifs pour la fourniture de documents. Les autres n'ont fourni que quelques informations comme accompagnement de leurs commentaires sur les deux projets. Les rapports proposés portaient principalement sur des traitements de déchets spécifiques. Certains ne s'intéressaient qu'à un certain type de déchet, couvrant ainsi partiellement le domaine du traitement des déchets. En complément de cette information, 35 visites de sites dans huit pays de l'Union européenne (Autriche, Belgique, Finlande, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas et Espagne), 10 réunions avec des rédacteurs de permis et des fournisseurs de technologie ainsi que la participation à six réunions ont été menées à bien. Les demandes d'avis formelles sur le



projet ont également contribué à accélérer la soumission d'informations nouvelles ou en complément, tout en donnant au groupe de travail technique (TWG) l'opportunité de vérifier des informations déjà fournies.

Concernant l'analyse des informations fournies, il convient d'insister sur le fait que, spécialement dans le cas des traitements spécifiques, le noyau dur de l'information provenait d'une source unique. Cet état de fait signifiait que certaines des sections de ce document pouvaient être perçues comme représentatives d'un seul pays ou comme une vue partielle de certains membres du groupe de travail technique (TWG). Ceci a amené quelques membres du groupe de travail technique (TWG) à formuler la critique selon laquelle certaines confusions sont fondées sur très peu d'informations ou ne sont pas vraiment représentatives de l'ensemble du domaine dans l'Union européenne. Toutefois, les conclusions des MTD ne pouvaient qu'être élaborées à partir de l'information fournie et reposer sur le jugement d'experts du groupe de travail technique (TWG).

Le groupe de travail technique (TWG) est constitué de 110 experts, 52 en provenance de l'Union européenne, 47 de l'industrie, deux d'ONG, deux d'Etats non membres ; sept de services de la Commission. La participation à la deuxième réunion du groupe de travail technique (TWG) a été faible, compte tenu du nombre de membres du groupe. Certains Etats membres ont choisi de ne pas participer à la réunion finale.

### **Niveau de consensus atteint**

Les conclusions des travaux ont été approuvées lors de la réunion plénière finale en Septembre–Octobre 2004 et un haut niveau de consensus a été atteint. Il y a eu un accord complet sur toutes les conclusions relatives aux MTD présentées dans le document. Il convient néanmoins de signaler un désaccord de l'industrie (exception faite d'une association industrielle) ainsi que d'un Etat membre sur le champ d'application du présent document (voir également les premiers paragraphes du Chapitre « Conclusions »). Ils avancent que le domaine couvert par le document devrait être étendu pour embrasser la totalité du domaine du traitement des déchets en faisant abstraction du fait qu'un traitement soit pris en compte ou non par la directive PRIP. Leur position s'appuie sur le développement du domaine des déchets depuis que la directive-cadre et la directive PRIP ont été publiées, ainsi que sur les dysfonctionnements du marché qui peuvent être engendrés parce qu'une partie seulement du domaine est couverte. L'exemple des installations de compostage est cité pour illustrer les points de vue ci-dessus.

### **Recommandations pour les travaux à venir**

L'échange d'informations et le résultat de cet échange, le présent document par exemple, représentent une avancée importante sur la voie de l'intégration de la prévention et du contrôle de la pollution occasionnée par l'industrie du traitement des déchets. Sur quelques thèmes cependant, les informations se sont avérées incomplètes et n'ont pas permis d'aboutir à des conclusions sur les MTD. En conséquence, ce point est considéré comme devant faire l'objet d'une attention particulière lors de la révision du document. Les travaux futurs pourraient être utilement concentrés sur la collecte des informations ci-après :

1. Clarification et élargissement du champ d'application pour inclure la majorité, sinon la totalité, des activités de traitement des déchets. Il serait souhaitable de préciser les installations devant être couvertes par la PRIP et de restreindre l'utilisation des codes R/D ainsi que la référence à des déchets dangereux ou non dangereux. Certains traitements de déchets ont mis en lumière le fait que le compostage, les matériels en fin de vie (incluant les voitures, les réfrigérateurs, les déchets électroniques, les tubes cathodiques, les résidus de la préparation du verre, les produits fluorescents contenant du mercure, les batteries, les interrupteurs) ainsi que le traitement des scories issues des réactions de combustion (incinération) et destinés à être utilisés comme matériaux de construction, pourraient constituer de bons candidats pour figurer dans un élargissement du champ de ce document. Une conséquence d'une telle décision est que le document actuel ne comporte aucune MTD pour de tels procédés. Il convient cependant de noter que certains des procédés mis en jeu sont relativement similaires à certains procédés déjà couverts.



2. La réhabilitation sur site ne figure pas dans ce document parce qu'elle est considérée comme hors du champ de la PRIP. Une clarification pour savoir si cette activité devait être couverte ou non par ce document a été proposée.

3. Le document ne donne pas d'indication quant à ce qu'il faut entendre par dilution. Une meilleure analyse de ce qu'il y a lieu de comprendre par dilution est demandée, dans la mesure où ceci peut avoir un gros impact sur d'autres politiques en matière de déchets. Il conviendrait cependant de s'assurer qu'il est effectivement possible de donner de telles indications dans le cadre de la directive PRIP, parce que, comme il est dit dans le chapitre Champ d'application, la directive PRIP cible avant tout les installations et non pas tous les éléments de la chaîne de traitement. Il n'est pas à exclure qu'en analysant la « dilution », d'autres considérations hors du champ de la directive PRIP seront prises en compte.

4. Il existe une lacune en matière de niveaux de consommation et d'émission actuels et en ce qui concerne les performances des techniques à prendre en compte pour la détermination des MTD. Ceci est vrai tout au long du document. Il est ainsi proposé de collecter des données sur ces questions pour en tirer un meilleur document de base et pour élargir le chapitre des MTD.

5. Ce document ne comprend pas les niveaux d'émissions associés à l'utilisation des MTD en ce qui concerne les traitements physico-chimiques des eaux résiduaires. Ces flux de déchets représentent des volumes parmi les plus importants en Europe ; il y a toutefois un défaut d'appréciation des valeurs chiffrées pour ces traitements. Le nombre de paramètres génériques pour les eaux résiduaires (par exemple DCO, DBO et métaux lourds) identifiés pour le secteur est considéré comme insuffisant pour ce traitement particulier.

6. Quelques défauts d'information ont été identifiés sur certaines questions couvertes par le document et certains d'entre eux ont limité les conclusions sur les MTD. Il s'agit :

- des traitements de réhabilitation hors site
- des traitements de mélange et d'assemblage. Cette question est considérée comme très importante mais n'a pas été approfondie. Les conclusions du chapitre relatif aux MTD sur cette question sont peu étoffées
- des niveaux d'émission lorsque le biogaz est utilisé comme combustible (quelques informations sont actuellement disponibles dans le BREF LCP sur les grandes installations de combustion pour des installations de plus de 50 MWth)
- des niveaux d'émission des eaux résiduaires provenant des traitements biologiques
- des niveaux d'émission de dioxine, d'oxyde nitreux et de mercure dans l'air, provenant des traitements mécanico-biologiques. L'un des Etats membres a considéré comme important d'inclure le paramètre dioxines dans le tableau des MTD 70 du chapitre 5.
- la destruction des POP. La convention de Bâle fournit des directives techniques pour une gestion respectueuse de l'environnement des déchets qui sont constituées de, qui contiennent ou qui sont contaminées par des PCB, des PCT et des "PBB.
- le traitement des déchets contenant du mercure
- le traitement de l'amiante
- la valorisation des composants engendrés par les techniques de réduction

#### **Thèmes suggérés pour les projets de R & D à l'avenir**

Le brassage d'informations a également mis en exergue quelques domaines où un petit complément de connaissances pourrait être obtenu grâce à des projets de recherche et de développement. Ils ont trait aux sujets ci-après :

- études pour constituer le savoir relatif à la définition de « dilution »
- clarification de la distinction entre Valorisation et Elimination des déchets et définition si possible du stade où la valorisation est terminée et où le déchet devient un produit commercialisable.

Par le canal de ses programmes de recherche et de développement (RTD), la Communauté européenne lance et apporte un soutien à une série de projets ayant trait à des technologies propres, à des technologies émergentes de traitement des effluents et de recyclage et à des stratégies de gestion. Potentiellement, ces projets pourraient apporter une contribution utile à de futures révisions des BREF. C'est pourquoi, les lecteurs sont invités à faire part au Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP) de tout résultat de recherche qui s'avèreraient pertinents par rapport au champ d'application du présent document (voir également la préface de ce même document)

## GLOSSAIRE

Le glossaire de ce document comprend les symboles et acronymes utilisés et pour lesquels le groupe de travail technique (TWG) a constaté que des lecteurs différents avaient des interprétations différentes. Ainsi, il est vivement conseillé de se référer à ce glossaire pour tel ou tel mot utilisé dans ce document. La raison de l'inclusion de ces termes est d'apporter un éclairage adéquat sur les termes utilisés dans ce document. Compte tenu du caractère singulier de ce secteur industriel (essentiellement lié à des interprétations juridiques), le groupe de travail technique (TWG) est arrivé à la conclusion qu'il serait judicieux d'inclure ces termes. Toutefois les définitions ci-dessous ne sauraient être considérées comme une interprétation d'une quelconque législation et n'ont, par conséquent, de valeur qu'en tant que guide pour la lecture de ce document.

Le secteur industriel relevant de la PRIP est très réglementé et la terminologie utilisée n'est pas la même à travers l'Union européenne. En outre, pour un même mot, il existe des interprétations différentes dans les différents pays, en particulier pour ceux ayant un rapport avec les qualifications de « valorisation » et « d'élimination ». Le groupe de travail technique (TWG) a tenté de se fixer trois règles pour sélectionner les types de mots devant être utilisés dans ce document. Ces règles sont les suivantes :

1. Convention externe. Certains mots employés dans ce document sont utilisés avec la même signification que, par exemple, celle de la législation de l'Union européenne. Dans ce cas, la terminologie peut être importée pour être dans le fil de la législation existante. Cette option ne peut pas toujours être retenue en raison d'interprétations différentes et d'un manque de précision dans la signification de certains mots.
2. Convention des BREF. Cette règle a pour caractéristique d'essayer d'éviter l'usage de mots difficiles ayant des significations différentes pour des lecteurs différents. Ces mots sont décrits dans le glossaire et utilisés dans ce document. Cette catégorie comprend les termes « déchets en ENTREE », « déchets en SORTIE », « sorties », etc.
3. Respect de la terminologie utilisée dans les informations fournies. En raison des difficultés d'interprétation des informations fournies par le groupe de travail technique (TWG), il est quelquefois impossible de « traduire » correctement certains mots en des termes utilisés dans la législation. Dans certains cas, des pays différents interprètent un même mot différemment ; c'est pourquoi il est difficile pour le Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP) de modifier ces termes. Les termes « produit », « matières », « chimique », « valorisation », « élimination », etc constituent des exemples dans ce domaine. Dans ce cas, le Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP) conserve la terminologie utilisée dans les informations fournies.

### Symboles

~		Plus ou moins, approximativement
€		Euro, EUR (monnaie européenne)
<b>A</b>		
% en poids/poids		Pourcentage en rapport de poids (par exemple % en poids/poids signifie qu'il y a un nombre de kg de X pour 100 kg de matière)
% en volume		Rapport volume pour volume (par exemple Y % n volume signifie qu'il y a Y litres de composé X pour 100 litres de gaz)
AD	DA	Digestion anaérobie
ADR		Accord européen relatif au transport international des produits dangereux par route
AOX		Halogène adsorbable lié organiquement
API		Institut Américain du Pétrole
APME TEC		Association des producteurs de matières plastiques en Europe, Centre technique
Appareils électroménagers		Gros appareils électroménagers dont la finition est généralement en email blanc, tels que les réfrigérateurs, les machines à laver, etc.

Assemblage		Désigne dans ce document le mélange de déchets liquides ou semi-liquides
<b>B</b>		
BOD	DBO	Demande biochimique en oxygène
BREF		Document de référence des meilleures techniques disponibles
Bright stock		Fraction de lubrifiant
BTEX		Benzène, toluène, éthylbenzène (phénylthane) et xylènes
<b>C</b>		
CEN		Comité Européen de Normalisation
Cendres lourdes		Résidus solides issus des procédés de combustion. Est synonyme dans ce document de « scories de combustion ».
CFC		Chlorofluorocarbones (ou chlorofluorocarbures)
CHP		Co-génération de chaleur et d'électricité
COD	DCO	Demande chimique en oxygène (DCO)
Combustible secondaire		Désigne dans ce document tout type de combustible (préparé ou non à partir de déchets, qui est utilisé en complément du combustible primaire alimentant une installation de combustion
Combustibles issus des déchets		Cette expression est généralement utilisée dans ce document pour faire référence à tout type de déchets ou de matières préparées à partir de déchets servant de combustible dans les procédés de combustion. Elle englobe des expressions telles que « combustibles solides de récupération » (solid recovered fuels, SRF) et « combustibles secondaires » utilisées ailleurs.
Combustibles liquides issus des déchets		Combustibles liquides ou semi-liquides. Ils sont généralement élaborés à partir de déchets dangereux
Combustibles solides dérivés des déchets	CSD	Combustible solide préparé à partir de déchets, qui peuvent être des déchets dangereux ou non dangereux
Conradson		Carbone Conradson : pourcentage de carbone résiduel (exprimé en poids/poids-%).
Coupes		Mesure de la tendance d'un composé organique à former du coke Terme utilisé en distillation, en distillation fractionnée pour désigner les différentes fractions de distillation obtenues
C <sub>x</sub>		Hydrocarbure avec un nombre x de carbones
<b>D</b>		
D		Elimination (Codes attribués par la législation de la CE aux traitements des déchets)
DAF		Flottation à air dissous
DCH		Procédé d'hydrogénation par contact direct des huiles usagées
DCM		Dichlorométhane
Déchets contaminés par les PCB et les dioxines		Le BREF sur le traitement des déchets est mentionné dans le document COM (2001) 593 afin que soit également inclus le traitement de ce type de déchets. La signification de cette expression est identique à celle de la législation.
Déchets de laboratoire		Désigne généralement les déchets des laboratoires qui sont le plus souvent en petites quantités et de composition très variable.
Déchets ENTRANTS		Déchets susceptibles d'être traités dans une installation de traitement de déchets. Pour toute explication complémentaire, consulter l'introduction du chapitre 3.
Déchets FGT		Déchets générés dans le traitement d'épuration des fumées des procédés de combustion et considérés comme un « déchet ENTRANT » dans ce document. Il est à noter que cette expression s'utilise avec une signification différente de l'expression « résidu FGT » mentionnée ci-dessous. Pour plus d'informations, voir la section 8.3.7
Déchets générés par le procédé		Les déchets non utilisables (par exemple, déchet de chaux, fonds des réservoirs de stockage, boues) sont générés par les procédés/opérations et sont différents des déchets ciblés SORTANTS. Cette distinction est nécessaire car les déchets sortants peuvent être utilisés à des fins différentes tandis que les déchets générés par le procédé ne sont généralement pas réutilisés. Voir l'introduction du chapitre 3 et la figure 3.1 pour plus

Déchets SORTANTS		d'informations. Fait référence aux sorties de déchets (qui sont soit des déchets, soit un produit) d'une installation de traitement de déchets. Toutefois, dans ce document il existe une distinction par rapport aux déchets liés au procédé. Pour toute explication complémentaire, consulter l'introduction du chapitre 3.
Dégradation biologique		S'utilise pour les procédés biologiques se produisant naturellement sur la biomasse dans l'atmosphère, aérobie. Dans certains pays le terme « décomposition » est utilisé
Détenteur de déchets		Installation d'où proviennent les déchets. Parfois, l'installation détentrice des déchets peut être l'installation productrice s'il n'existe aucun intermédiaire entre le producteur de déchets et l'installation de traitement de déchets. Parfois, il peut s'agir de l'installation (du centre) de transfert des déchets.
DIN		Le Deutsches Institut für Normung (DIN) est l'Institut Allemand de Normalisation
Distribution		Livraison des déchets SORTANTS à l'activité suivante ou au client suivant
DM		Matières sèches. Matière subsistant après séchage de la quantité d'eau contenue
DRE		Efficacité de destruction et d'élimination. Elle prend en compte uniquement les émissions industrielles sans tenir compte des autres émissions et résidus
DS		Matières solides (teneur). Masse de matière restant après dessiccation selon la méthode normalisée
<b>E</b>		
EC	CE	Commission européenne
EDTA		Acide éthylène diamine tétra-acétique
Elimination		Définie par la directive-cadre sur les déchets de la Communauté européenne
Emissions diffuses		Emissions produites par contact direct des substances volatiles ou légèrement poussiéreuses avec l'environnement dans des circonstances de fonctionnement normal (voir BREF surveillance)
Emissions fugitives		Emission provoquée par une fuite/une perte d'étanchéité d'un équipement. Emission dans l'environnement par suite de la perte graduelle d'étanchéité d'un équipement conçu pour renfermer un fluide (gazeux ou liquide) : en règle générale elle est a pour origine une différence de pression et la fuite qui en résulte. Exemples d'émissions fugitives : fuite d'une bride, d'une pompe, d'un équipement étanche ou étanchéifié... (voir BREF Systèmes de surveillance)
EMS		Systèmes de gestion de l'environnement
EOP		Technique d'amenuisement (End-of-pipe = en fin de chaîne, en fin de procédé) S'utilise généralement comme synonyme de « technique de réduction »
eq.	équiv.	Equivalent (par exemple équivalent de pétrole brut)
EU	(UE)	Union européenne
EU+	(UE+)	Pays de l'Union européenne + de l'EFTA (Association Européenne de Libre-échange) + pays candidats
EUR		Euro, EUR (monnaie européenne)
EWL		Liste européenne des déchets (ou Catalogue européen des déchets) issue de la directive-cadre sur les déchets européens
<b>F</b>		
FGT		Traitements d'épuration des fumées. Techniques de réduction (par exemple réduction de SO <sub>x</sub> , réduction de NO <sub>x</sub> ) généralement utilisées pour l'épuration des fumées générées par les procédés de combustion
FID		Détecteur à ionisation de flamme
Fractions légères		Terme utilisé en distillation, en distillation fractionnée pour désigner les composants volatils légers qui montent jusqu'en haut de la colonne
<b>G</b>		
GAC		Charbon actif en grains

GB21		Production de gaz en anaérobiose
GE		Unité d'odeurs allemande
GNP		Great Northern Processing Inc.
<b>H</b>		
H&S		Programme de santé et de sécurité
HC		Hydrocarbures
HCFC		Hydrochlorofluorocarbones
HF		Hydrofinissage ou hydrofinition
HMIP		Her Majesty's Inspectorate of Pollution (RU)
HRT		Temps de rétention hydraulique
Huile usagée		Comprend les huiles usagées et d'autres huiles valorisées pour les systèmes de drainage, le stockage de combustible, les raffineries, etc.
Huile vierge		Huile de lubrification n'ayant pas encore été utilisée
Huiles usagées		Désigne uniquement les huiles qui proviennent de l'utilisation d'huiles de lubrification
<b>I</b>		
IBC		Conteneur intermédiaire pour produits en vrac
IEF		Forum d'échange d'informations (voir la Préface)
IFP		Institut Français du Pétrole
IRR	TIR	Taux de rentabilité interne (Concept économique)
<b>L</b>		
L/S		Rapport liquide/solide
LDAR		Programme de détection et de réparation de fuite, appliqué pour réduire les émissions fugitives. Pour plus d'informations, consulter la section 4.6.2
LHSV (h <sup>-1</sup> )		Vitesse spatiale horaire du liquide
LHV		Faible pouvoir calorifique
LPG	GPL	Gaz de pétrole liquéfié
<b>M</b>		
M		Million (10 <sup>6</sup> )
MBT		Traitement biomécanique
MEK		Méthyléthylcétone
Mélange		Désigne dans ce document l'assemblage des déchets solides
Merlon		Merlon de parc à réservoirs (ou digue) conçu pour contenir de grands déversements, tels que ceux provoqués par la rupture d'une enveloppe ou un trop-plein important. Le merlon est constitué d'un mur autour de la partie externe du réservoir (ou des réservoirs) afin de contenir tout produit dans l'éventualité peu probable d'un déversement. Le merlon est généralement construit en terre très compactée ou en béton armé. Le volume du merlon est normalement dimensionné pour pouvoir recevoir le contenu du plus grand réservoir. Pour plus d'informations, consulter le BREF sur le stockage.
MIBK		Méthylisobutylcétone
MS		Etat membre (l'un des 25 Etats membres de l'Union européenne)
MSW		Déchets solides municipaux
<b>N</b>		
n.a.		Non disponible
n/a		Non applicable
ndM		Méthode analytique
NF		Nanofiltration
NIR		Technique de spectroscopie proche infrarouge
NMVOC		Composés organiques volatils non méthaniques
NPV		Valeur nette de récupération
NTA		Acide nitrilotriacétique
<b>O</b>		
Opérateur déchets	de	Entreprise chargée de la mise en œuvre de l'installation de traitement des déchets
ouE	uoE	Unité d'odeur européenne. Quantité de matières odorantes qui, une fois évaporées dans 1 m <sup>3</sup> de gaz non odorant (neutre) dans des conditions normalisées, élicitent une réponse physiologique d'un jury. Seuil de détection équivalent à celui élicité par une masse

		d'odeur de référence européenne (EROM) à savoir une masse odorante qui une fois évaporée dans 1 m <sup>3</sup> de gaz non odorant (neutre) dans des conditions normalisées possède la même nuisance olfactive que 1 uo issu d'un gaz de référence (CEN TC264)
Oxydo-réduction		Les réactions les plus fondamentales en chimie sont les procédés d'oxydo-réduction (ou procédés rédox). L'expression procédé d'oxydo-réduction recouvre tous les procédés dans lesquels les atomes subissent une modification de leur nombre d'oxydation (état d'oxydation)
<b>P</b>		
PAG		Polyalkylène glycol
PAH	HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
PBB		Biphényle polybromé
PCB		Biphényle polychloré
PCB/PCT		Biphényles et terphényles polychlorés
PCDD/PCDF		Dibenzodioxines polychlorées et dibenzofurannes polychlorés
PDA		Désasphaltage au propane (pour huiles usagées)
PF		Prédistillation (pre-flash) (en règle générale, s'utilise pour les huiles usagées)
Ph-c		Traitement physico-chimique. S'utilise généralement dans ce document pour le traitement des eaux résiduaires ou des déchets solides
PM		Matières particulaires
PM <sub>x</sub>		Matières particulaires de moins de x microns
POP		Polluant organique persistant
ppm		Parties par million (mg/kg étroitement équivalent à mg/l pour exprimer une concentration aqueuse)
ppmv		Parties par million en volume (litre par litre)
Producteur de déchets	de	Installation dans laquelle sont produits les déchets : les déchets sont ensuite livrés à un centre de gestion des déchets ou à un opérateur de traitement des déchets.
<b>R</b>		
R		Valorisation (Codes attribués par la législation de la Communauté européenne aux traitements de valorisation)
R&D		Recherche et développement
R/D		Valorisation et élimination
Raffinerie		Raffinerie d'huile minérale (voir BREF sur les raffineries)
RDF		Combustibles dérivés des déchets. Les RDF (un type de combustibles solides dérivés des déchets) doivent être en conformité avec certaines normes
Recycler		S'utilise dans ce document avec deux significations : l'une étant le recyclage d'une certaine partie des déchets vers un autre secteur industriel et l'autre signifiant le recyclage à l'intérieur d'une installation de traitement des déchets. Ce deuxième sens est plus couramment utilisé dans ce document
REF		Combustibles de récupération
Régénération		Désigne dans ce document le traitement des déchets liquides et solides en vue de la valorisation de la majorité des matières des déchets. Toutefois, il existe une exception, à savoir l'emploi du terme « re-raffinage » pour la régénération des huiles usagées qui sont reconverties en huiles de base
Réhabilitation		Terme générique utilisé dans ce document en référence au traitement des sols contaminés
Re-raffinage (régénération)		Désigne dans ce document les traitements des huiles usagées qui sont reconverties en huiles de base
Résidu FGT		Résidus générés lorsqu'un traitement d'épuration des fumées est appliqué aux installations de traitement des déchets. Il est à noter que cette expression s'utilise avec une signification différente de l'expression « déchet FGT » telle que mentionnée ci-dessus
RO		Osmose inverse
RTD		Recherche, technologie et développement, programmes de recherche de la Communauté européenne.
<b>S</b>		



Scorie		Résidus solides des procédés de combustion. L'expression « cendres lourdes » est l'expression la plus couramment utilisée dans ce document
SCR		Réduction catalytique sélective. Technologie de contrôle catalytique appliquée à la réduction des émissions de NO <sub>x</sub> .
Sélectopropane		Unité de désasphaltage au propane
SNCR		Réduction non catalytique sélective. Technologie de contrôle non catalytique appliquée à la réduction des émissions de NO <sub>x</sub>
Solidification		Traitement qui utilise des additifs pour modifier les propriétés physiques des déchets (voir section 2.3.3.5)
Sortie		Comprend les déchets SORTANTS (sortie principale) et les autres types de résidus solides, les émissions, les eaux résiduelles, etc. produits dans le cadre d'un traitement des déchets
Spécification		Valeurs physico-chimiques attribuées dans la législation à certains composés (par ex., aux huiles de lubrification)
SRF		Combustible solide de récupération. Les SRF (un type de combustibles solides issus des déchets) doivent être conformes à un certain nombre de normes
Station de transfert		Terme utilisé dans ce document pour inclure les activités de groupage et de stockage
<b>T</b>		
t/an		Tonnes par an
TCE		Trichloroéthylène
TCT		Traitement de craquage thermique
TDA		Désasphaltage thermique (Technique utilisée pour le traitement des huiles usagées)
TEQ		Equivalent de toxicité. Unité utilisée pour les dibenzodioxines polychlorées (PCDD) et les dibenzofurannes polychlorés (PCDF)
TFE		Evaporation en couche mince (Technique utilisée pour le traitement des huiles usagées)
TOC	COT	Carbone organique total
TPH		Hydrocarbures pétroliers totaux
Traitement des déchets, installation de		Toute installation qui effectue les traitements de déchets couverts par le champ d'application de ce document
Transfert des déchets, centre de		Installation principalement consacrée à la collecte des différents types de déchets afin de massifier les flux et de les acheminer en vue de leur traitement
TRI		Inventaire des rejets toxiques selon la réglementation américaine ( <a href="http://www.epa.gov/tri/">http://www.epa.gov/tri/</a> )
TS		Matière sèche totale
TWG		Groupe de travail technique pour le traitement des déchets (composé d'experts des Etats membres, des industries du traitement des déchets, des organisations non gouvernementales pour la protection de l'environnement et coordonné par le Bureau européen prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP))
<b>U</b>		
UK	RU	Royaume-Uni
US DOE		Département de l'énergie des Etats-Unis
USAEPA		Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis
<b>V</b>		
Valorisation		S'utilise selon la définition de la directive-cadre sur les déchets de la communauté européenne. Désigne aussi dans ce document un traitement destiné à la valorisation des matières ou d'une partie des matières provenant des déchets.
VOC	COV	Composés organiques volatils. Généralement mesurés en tant que masse de carbone
vs.		versus (relation)
<b>W</b>		
WI		Incinération des déchets (généralement traitée dans le BREF sur l'incinération des déchets)
WO		Huiles usagées
WT		Traitement(s) des déchets

WWT	Traitement des eaux résiduaires
WWTP	Station d'épuration des eaux résiduaires

	Nom du pays	Abréviation	Code ISO Devise
Union européenne – 25 pays de l'UE	Belgique	BE	EUR
	République Tchèque	CZ	CZK
	Danemark	DK	DKK
	Allemagne	DE	EUR
	Estonie	EE	EEK
	Grèce	EL	EUR
	Espagne	ES	EUR
	France	FR	EUR
	Irlande	IE	EUR
	Italie	IT	EUR
	Chypre	CY	CYP
	Lettonie	LV	LVL
	Lituanie	LT	LTL
	Luxembourg	LU	EUR
	Hongrie	HU	HUF
	Malte	MT	MTL
	Pays-Bas	NL	EUR
	Autriche	AT	EUR
	Pologne	PL	PLN
	Portugal	PT	EUR
	Slovénie	SI	SIT
	Slovaquie	SK	SKK
	Finlande	FI	EUR
	Suède	SE	SEK
	Royaume-Uni	UK	GBP
Pays en voie d'adhésion	Bulgarie	BG	BGN
	Roumanie	RO	ROL
	Turquie	TR	TRL
Autres pays	Australie	AU	AUD
	Canada	CA	CAD
	Islande	IS	ISK
	Japon	JP	JPY
	Nouvelle Zélande	NZ	NZD
	Norvège	NO	NOK
	Suisse	CH	CHF
	Etats-Unis	US	USD

Tableau 7.1 : Codes pays et devises

Remarques : Source des données : <http://eur-op.eu.int/code/en/en-5000500.htm>

## 8 ANNEXES

Cinq annexes ont été préparées à titre de complément des informations fournies dans le présent document, chacune d'elles étant consacrée à un sujet spécifique, à savoir :

Annexe I. Législation environnementale et valeurs d'émission limites appliquées au secteur du traitement des déchets

Annexe II. Questionnaire utilisé pour collecter des informations environnementales relatives aux installations de traitement des déchets européennes

Annexe III : Types de déchets et production des déchets dans l'Union européenne

Annexe IV. Systèmes d'assurance qualité pour les combustibles secondaires de récupération.

## 8.1 Annexe I. Législation environnementale et valeurs d'émission limites appliquées au secteur du traitement des déchets

[5, Concawe, 1996], [6, Silver Springs Oil Recovery Inc., 2000], [7, Monier et Labouze, 2001], [36, Viscolube, 2002], [37, Woodward-Clyde, 2000], [55, UK EA, 2001], [86, TWG, 2003], [95, RAC/CP, 2003], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004]

### 8.1.1 Directive sur les déchets

Le tableau 8.1 présente le classement des opérations de traitement des déchets. Un tel classement des opérations de traitement des déchets selon les entrées du tableau est utilisé à des fins diverses (par exemple, statistiques, exportation des déchets). Le tableau contient aussi des exemples de types d'installations mis en jeu dans chaque type d'opération. Toutefois, ces exemples ne sauraient constituer une quelconque définition des termes considérés. Il est admis que certaines de ces définitions sont parfois ambiguës au plan technique mais elles correspondent à des définitions légales existantes, n'entrant pas dans le champ d'application de ce document.

(D)	Opérations d'élimination	Exemples d'installations
D 1	Dépôt sur ou dans le sol (par exemple, mise en décharge, etc.)	
D 2	Traitement en milieu terrestre (par exemple, biodégradation de déchets liquides ou de boues dans les sols, etc.)	
D 3	Injection en profondeur (par exemple, injection des déchets pompables dans des puits, des dômes de sel ou des failles géologiques naturelles, etc.)	
D 4	Lagunage (par exemple, déversement de déchets liquides ou de boues dans des puits, des étangs ou des bassins, etc.)	
D 5	Mise en décharge spécialement aménagée (par exemple, placement dans des alvéoles étanches séparées, recouvertes et isolées les unes des autres et de l'environnement, etc.)	Décharges dangereuses : généralement utilisées pour déposer des déchets dangereux provenant de tiers. Monodécharge : décharge où ne peut être déposé qu'un seul type déterminé de déchet. Si, plus d'un type de déchet y est déposé, utilisation d'une compartimentation.
D 6	Rejet dans le milieu aquatique sauf l'immersion	
D 7	Immersion, y compris enfouissement dans le sous-sol marin	
D 8	Traitement biologique non spécifié ailleurs dans la présente annexe, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés selon l'un des procédés numérotés D 1 à D 7 et D 9 à D 12	Opérations faisant appel à des procédés biologiques ou à l'utilisation de micro-organismes pour le traitement des déchets.
D 9	Traitement physico-chimique non spécifié ailleurs dans la présente annexe, aboutissant à des composés ou à des mélanges qui sont éliminés selon l'un des procédés numérotés D 1 à D 8 et D 10 à D 12 (par exemple, évaporation, séchage, calcination, etc.)	Opérations visant à traiter les déchets avant leur élimination au moyen de procédés physiques ou chimiques ou d'une combinaison des deux. Certaines opérations sont la stabilisation, la déshydratation, la solidification, la stérilisation, le passage en autoclave, la désinfection des déchets hospitaliers, etc.
D 10	Incinération à terre	Opérations de destruction des déchets par incinération, l'objectif principal étant de détruire les déchets avec ou sans récupération d'énergie.
D 11	Incinération en mer	
D 12	Stockage permanent (par exemple, placement de conteneurs dans une mine, etc.)	
D 13	Regroupement préalablement à l'une des opérations numérotées D 1 à D 12	
D 14	Reconditionnement préalablement à l'une des opérations numérotées D 1 à D 13	
D 15	<b>STOCKAGE PREALABLEMENT A L'UNE DES OPERATIONS NUMEROTEES D 1 A D</b>	

	<b>14 (A L'EXCLUSION DU STOCKAGE TEMPORAIRE, AVANT COLLECTE, SUR LE SITE DE PRODUCTION).</b>	
R 1	Utilisation principale comme combustible ou autre moyen de produire de l'énergie	Grandes installations de combustion, cimenterie et fours à chaux, fours à céramiques ou similaires (par exemple co-génération)
R 2	Récupération ou régénération des solvants	Opération visant à la régénération des solvants indépendamment du type de procédé utilisé.
R 3	Recyclage ou récupération des substances organiques qui ne sont pas utilisées comme solvants (y compris les opérations de compostage et autres transformations biologiques)	Opérations visant, par exemple, à la régénération des conteneurs en plastique, des gaz réfrigérants, des combustibles. Certaines activités de nettoyage sont également incluses. Opérations en vue de la valorisation des déchets contaminés par les PCB
R 4	Recyclage ou récupération des métaux et des composés métalliques	Opérations visant au recyclage des déchets métalliques ou à la récupération des métaux et des composés métalliques. Les déchets tels que les scories, les poudres métalliques, les conteneurs métalliques, les batteries en plomb, les fils de cuivre, le mercure provenant des batteries, les produits fluorescents, les limailles, les sels métalliques, des procédés métallurgiques. Les véhicules, les réfrigérateurs en fin de vie, et les toners peuvent aussi être inclus. Les activités de nettoyage avant le recyclage des conteneurs métalliques sont également comprises.
R 5	Recyclage ou récupération d'autres matières inorganiques	Opérations visant au recyclage des matières inorganiques qui ne sont pas des métaux ou à la récupération des matières inorganiques provenant des déchets (par exemple, matières minérales provenant des déchets de construction et de démolition, floculants provenant des acides (chlorure ferrique)).
R 6	Régénération des acides ou des bases	Opérations visant à la régénération des acides ou des bases indépendamment du procédé utilisé.
R 7	Récupération des produits servant à capter les polluants	
R 8	Récupération des produits provenant des catalyseurs	Opérations visant à la récupération des composants tels que les métaux ou les céramiques issus des catalyseurs.
R 9	Régénération ou autres réemplois des huiles	Opérations visant à la régénération des huiles usagées.
R 10	Epandage sur le sol au profit de l'agriculture ou de l'écologie	
R 11	Utilisation de déchets résiduels obtenus à partir de l'une des opérations numérotées R 1 à R 10	
R 12	Echange de déchets en vue de les soumettre à l'une des opérations numérotées R 1 à R 11	
R 13	Stockage de déchets préalablement à l'une des opérations numérotées R 1 à R 12 (à l'exclusion du stockage temporaire, avant collecte, sur le site de production)	

**Tableau 8.1 : Type d'installations de traitement des déchets et exemples d'installations pour chaque catégorie d'opérations**

**Annexe II A et B de la Directive du Conseil 91/156/CE**

### 8.1.2 Législation de l'Union européenne applicables aux huiles usagées

Directive	Nom
75/439/CEE	sur les huiles usagées
75/442/CEE	sur les déchets et la définition des déchets
87/101/CEE	Amendement à la directive 75/439 donnant la priorité à la régénération
89/369/CEE	sur la prévention de la pollution atmosphérique en provenance des installations nouvelles d'incinération des déchets municipaux

89/429/CEE	Contrôle des déchets spéciaux
91/156/CEE	pour encourager le développement des technologies propres et la valorisation des déchets sans mettre en danger la santé de l'homme et sans porter préjudice à l'environnement.
91/689/CEE	Sur les déchets dangereux
91/689/CEE	Liste des déchets dangereux Article 1, paragraphe 4, Directive 91/689 CEE
91/692/CEE	visant à la standardisation et à la rationalisation des rapports relatifs à la mise en oeuvre de certaines directives concernant l'environnement
92/12/CEE	relative au régime général, à la détention, à la circulation et aux contrôles des produits soumis à accise
92/81/CEE	sur l'harmonisation des droits d'accises sur les huiles minérales
92/82/CEE	sur le rapprochement des taux d'accises sur les huiles minérales
92/108/CEE	Amendement des Directives 92/12 et 92/81
94/62/CE	sur les emballages et les déchets d'emballages
94/67/CE	sur l'incinération et la co-incinération des déchets et les valeurs limites d'émission
96/61/CE	sur les mesures de prévention et de réduction intégrées de la pollution
2000/76/CE	Directive sur l'incinération des déchets

**Tableau 8.2 : Directives CE en vigueur ayant une incidence sur les huiles usagées**  
[36, Viscolube, 2002], [150, TWG, 2004]

### 8.1.3 Législation de l'Union européenne en matière de déchets

Il existe différents types de dispositions légales importantes pour les détenteurs de déchets qui doivent être connues pour le traitement des déchets. Le tableau 8.3 récapitule les plus importantes d'entre elles :

Référence	Nom
	<i>Règlementations du secteur des déchets</i>
94/62/CEE	Directive relative aux emballages et aux déchets d'emballage (PWD, Packaging waste Directive)
2000/53/CE	Directive relative aux véhicules hors d'usage – (ELV, End of Life Vehicle Directive)
13/6/2000	Equipements électriques et électroniques – (DEEE, Proposition d'une directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques)
	<i>Règlementations sur les questions horizontales</i>
2000/2037CE	Substances qui appauvrissent la couche d'ozone – (ODP, Ozone Depleting Substances)
1999/31/CE	Directive sur la mise en décharge des déchets – (LWD, Landfill of Waste Directive)
2000/76/CE	Directive sur l'incinération des déchets – (WID, Waste Incineration Directive)
2000/53L/CE	Décision de la Commission de mai 2000 relative à la création d'une liste des déchets – (EWL, Commission decision of May 2000)
67/548/CEE	Directive sur les substances dangereuses (DSD, Dangerous Substance Directive)
1999/45/CE	Directive sur les préparations dangereuses (DP, Dangerous Preparation Directive)
	Directive relative aux émissions dues à l'utilisation de solvants (SED)
	Directive relative à la mise en décharge
	Directive Seveso
	Directive-cadre sur l'eau
	Sécurité industrielle, VawS (s.a.), autres...

**Tableau 8.3 : Législation de l'Union européenne applicable aux installations de traitement des déchets**

### 8.1.4 Législation dans certains pays de l'Union européenne

#### 8.1.4.1 France

La France a adopté les principales réglementations européennes sur la gestion des déchets dangereux. Le décret (2002 - 540) a récemment été adopté afin d'adapter le classement des déchets dangereux aux nouvelles réglementations européennes (Décision 2000/532/CE) [95, RAC/CP, 2003].

#### 8.1.4.2 Allemagne



La législation appliquée en Allemagne en matière de traitement des déchets peut être résumée par les dispositions ci-après :

- Instruction technique sur la gestion des déchets (Technische Anleitung zur Lagerung, chemisch/physikalischen, biologischen Behandlung, Verbrennung und Ablagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen – TA Abfall)
- Ordonnance sur le stockage écologique des déchets municipaux et sur les installations de traitement biologique des déchets du 20 février 2001
- Ordonnance concernant le déversement des eaux résiduaires dans les milieux aquatiques / Règlement sur les eaux résiduaires (Abwasserverordnung – AbwV) du 15 octobre 2002
- TA Luft
- 30. BImSchV.

Les conditions requises pour le traitement des eaux usées sont définies dans l'Annexe 23 « Installations de traitement biologique des déchets » et dans l'Annexe 27 « Traitement des déchets par des procédés physico-chimiques (Usines de traitement Ph-c) et traitement des huiles usagées » de l'Ordonnance sur le déversement des eaux résiduaires dans les milieux aquatiques (Règlement sur les eaux résiduaires - AbwV) du 15 octobre 2002 ».

### Déversements ou assemblages des eaux résiduaires

En Allemagne, les usines de traitement Ph-c sont soumises à un contrôle relevant à la fois de la législation sur les déchets et de la législation sur l'eau.

Les eaux résiduaires peuvent être déversées dans les milieux aquatiques (masses d'eau) uniquement dans la mesure où l'eau provenant des procédés et du traitement de l'air dans les installations de traitement biologique, aérobie, mécanique ne peut pas être utilisée en totalité dans les procédés internes.

En application de l'ordonnance, les eaux usées générées sont souvent utilisées dans un procédé d'épuration des gaz résiduaires, par exemple, pour l'humidification du biofiltre ou pour le fonctionnement du laveur biologique. Dans certains cas, elle est appliquée à des procédés de refroidissement à évaporation ouverte. Compte tenu des faibles volumes d'eaux résiduaires, les techniques de filtration sont les principales opérations appliquées.

### Valeurs limites d'émission (ELV) for les traitements biomécaniques

Valeurs moyennes quotidiennes (mesure en continu) :	Valeurs limites d'émission	Unités
Poussières totales	10	mg/
substances organiques, exprimées en carbone total	20	mg/m <sup>3</sup>
Valeurs moyennes sur une demi-heure (mesure en continu) :		
Poussières totales	30	mg/m <sup>3</sup>
Substances organiques, exprimées en carbone total	40	mg/m <sup>3</sup>
Valeurs moyennes mensuelles, déterminées en tant que rapport de masse <sup>1</sup> :		
Oxyde nitreux	100	g/t
Substances organiques, exprimées en carbone total	55	g/t
Mesures simples		
Odeurs	500	GE/m <sup>3</sup>
Dioxines/furannes (valeur totale)	0,1	ng/m <sup>3</sup>
<sup>1</sup> Carbone organique total (COT) en gramme ou N <sub>2</sub> O par tonne de déchets traités Commentaire à 5 % d'oxygène. La référence à l'oxygène s'est avérée ne pas être pratique parce que la teneur en oxygène dans les gaz d'échappement des traitements biomécaniques est semblable à la teneur en oxygène de l'atmosphère. Une précision insuffisante de la mesure de l'oxygène entraîne de grandes incertitudes dans le calcul des références. Une combinaison appropriée des limites de charges et des limites de concentrations est la meilleure alternative pour la prévention des effets de dilution.		

**Tableau 8.4 : Valeurs limites d'émission appliquées aux traitements biomécaniques en Allemagne [150, TWG, 2004]**

### 8.1.4.3 Grèce

Bien qu'un « Plan national » sur les déchets dangereux soit toujours en cours de développement en Grèce, les mécanismes permettant de gérer les déchets industriels et dangereux sont déjà en place. Les principales dispositions réglementaires concernant la gestion des déchets industriels sont les suivantes :

- Loi 1650/86 sur la protection de l'environnement
- Loi 3010/02 sur la protection de l'environnement
- CMD 69728/96 sur la gestion des déchets solides
- CMD 114218/97 sur les spécifications techniques appliquées à la gestion des déchets
- CMD 113944/97 Plan national sur la gestion des déchets solides et dangereux.

Les réglementations spécifiques de la gestion des déchets industriels dangereux sont les suivantes :

- CMD 72751/85 et CMD 19396/97 sur la gestion des déchets dangereux
- CMD 98012/97 sur la gestion des huiles usagées
- CMD 73537/95 sur les batteries au plomb et CMD 19817/00 sur les batteries
- CMD 8243/91 sur les déchets d'amiante et CMD 7589/00 sur les PCB/PCT
- CMD 2487/99 sur la prévention de la pollution provenant de l'incinération des déchets dangereux.

### 8.1.4.4 Italie

Le cadre légal concernant la gestion des déchets industriels et dangereux est bien développé en Italie.

**La loi-cadre nationale sur les déchets publiée en 1997 (Décret législatif 22/97) a transposé la directive-cadre européenne sur les déchets 75/442/CEE, la directive sur les déchets dangereux 91/689/CE et la directive sur les emballages et les déchets d'emballages 94/62/CE (73) dans la législation nationale.**

La loi 22/97 introduit une politique de gestion des déchets intégrée, telle que définie par la hiérarchie européenne, avec à la source, la minimisation des déchets et la prévention suivie d'une valorisation dans ses trois aspects à savoir réemploi, recyclage, et récupération de l'énergie, et au final, une élimination des déchets en toute sécurité. Cette loi constitue une réforme dans le domaine de la gestion des déchets en Italie. Elle favorise les technologies propres, l'Ecolabel, le système de certification EMAS, les réseaux intégrés d'installations de valorisation et d'élimination, et les accords volontaires entre les administrations et des acteurs économiques pour créer de réelles opportunités de recyclage des déchets.

Les déchets sont classés conformément au catalogue européen des déchets (décision 2000/532/CE). Le système d'information relatif aux déchets est fondé sur le Registre National des Déchets, qui a été établi dans un premier temps par voie légale en 1994 puis réorganisé en 1998.

Récemment, la directive 99/31/CE a été transposée dans la législation italienne par le décret législatif du 13 Janvier 2003 statuant sur les outils techniques et opérationnels en vue d'une meilleure gestion des décharges et les mesures/procédures visant à minimiser l'impact sur l'environnement et les effets sur la santé humaine. En outre, la directive 2000/53/CE concernant les véhicules hors d'usage est en voie d'être transposée dans la législation italienne.

Le tableau 8.5 présente les valeurs limites d'émission appliquées à une installation de régénération des huiles usagées.

Paramètres relatifs à l'air	Valeurs limites d'émission	Unités
Température des fumées	150	°C
Matières particulaires	30	mg/Nm <sup>3</sup>
Métaux lourds	5	mg/Nm <sup>3</sup>

COT	10	mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	10	mg/Nm <sup>3</sup>
HF HBr	3	mg/Nm <sup>3</sup>
HCN (acide cyanhydrique)	0,5	mg/Nm <sup>3</sup>
P	5	mg/Nm <sup>3</sup>
HAP	0,05	mg/Nm <sup>3</sup>
PCDD + PCDF	0,01	µg/Nm <sup>3</sup>
TCDD + TCDF	0,05	µg/Nm <sup>3</sup>
PCB + PCN + PCT	0,1	mg/Nm <sup>3</sup>
Remarques : Les valeurs font référence à un pourcentage d'O <sub>2</sub> de 10 %		

**Tableau 8.5 : Valeurs limites des émissions atmosphériques pour une installation de régénération des huiles usagées.**  
**[36, Viscolube, 2002]**

Paramètres relatifs à l'eau	Valeurs limites d'émission	Unités
Températures	25	°C
Acidité	5,5/9,5	pH
DCO	160	mg/l
Phénols	0,5	mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	15	mg/l
P (total)	10	mg/l
Agents tensioactifs anioniques		mg/l
Agents tensioactifs non anioniques		mg/l
Total des agents tensioactifs	2	mg/l
Al	1	mg/l
Fe	2	mg/l
Couleurs	Non détectable	
Solides en suspension	80	mg/l

**Tableau 8.6 : Valeurs limites d'émission des rejets dans l'eau provenant d'une installation de traitement des huiles usagées**  
[36, Viscolube, 2002]

#### 8.1.4.5 Espagne

Un cadre légal concernant la gestion des déchets industriels et dangereux a été mis au point en Espagne. Les principales dispositions réglementaires concernant les déchets dangereux sont les suivantes :

- Loi 10/98 du 21 Avril, sur les déchets
- Décret 833/1988 du 20 Juillet qui explicite la Loi 20/1986, sur les déchets dangereux. (Modifiée par le Décret royal 952/1997)
- Ordonnance MAM/304/2002 sur le classement des déchets dangereux
- Plan national pour les déchets dangereux (1995 - 2000)
- Plan national pour les déchets dangereux (2002 - 2008) (en cours d'élaboration).

Des réglementations spécifiques existent concernant la gestion des huiles usagées, les PCB, les PCT et les batteries.

## 8.1.4.6 Royaume-Uni

Angleterre et Pays de Galles	Ecosse	Irlande du Nord
Réglementations sur le contrôle et la prévention de la pollution (PPC) (Angleterre et Pays de Galles) 2000	Réglementations sur le contrôle et la prévention de la pollution (PPC) (Ecosse) 2000; SI 200/323	
Réglementations concernant la gestion des déchets : Waste Management Licensing Regulations SI 1994 1056	Réglementations concernant la gestion des déchets : Waste Management Licensing Regulations SI :1994 1056	Aucun équivalent pour l'Irlande du Nord
Loi sur les ressources en eau : The Water Resources Act 1991	Loi sur la protection du patrimoine naturel : COPA 1974 (S30A-30E equiv to Part III WRA91) Natural Heritage (Scotland) Act 1991(Part II equiv to Part I WRA91)	Arrêté concernant l'eau : The Water (NI) Order 1999
Normes de la qualité de l'air : SI 1989 No 317 : Clean Air, The Air Quality Standards Regulations 1989	Normes de la qualité de l'air : SI 1989/317 : Clean Air, The Air Quality Standards Regulations 1989	Normes de la qualité de l'air : The Air Quality Standards Regulations (Northern Ireland) 1990. Statutory Rules of Northern Ireland 1990 No 145
Réglementations sur la protection de l'environnement et la qualité de l'air : SI 1997 No 3043 : Environmental Protection, The Air Quality Regulations 1997	Réglementations sur la qualité de l'air : SSI 2000/97 The Air Quality (Scotland) Regs	Aucun équivalent pour l'Irlande du Nord
Réglementations sur les eaux de surface (Classement des substances dangereuses) : SI 1989 No 2286 and 1998 No 389 the Surface Water (Dangerous Substances Classification) Regulations. (Values for List II substances are contained in SI 1997/2560 and SI 1998/389)	Réglementations sur les eaux de surface (Classement des substances dangereuses) : SI 1990/126 Surface Water (Dangerous Substances) (Classification) (Scotland) Regs	Réglementations sur les eaux de surface (Classement des substances dangereuses) : Surface Waters (Dangerous Substances) (Classification) Regulations 1998. Statutory Rules of Northern Ireland 1998 No 397 SI 1991/1597 :
Réglementations sur les eaux de baignade : SI 1991/1597 : Bathing Waters (Classification) Regs.	Réglementations sur les eaux de baignade : SI 1991/1609 Bathing Waters (Classification) (Scotland) Regs	Réglementations sur la qualité des eaux de baignade : The Quality of Bathing Water Regulations (NI) 1993
Réglementations sur les eaux de surface (poissons) (classement des espèces) : SI 1992/1331 and Direction 1997 Surface Waters (Fishlife) (Classification) Regs.	Réglementations sur les eaux de surface (poissons) (classement des espèces) : SI 1997/2471 Surface Waters (Fishlife) (Classification) Regs	Réglementations sur les eaux de surface (poissons) (classement des espèces) : The Surface Water (Fishlife) (Classification) Regulations (NI) 1997
Réglementations sur les eaux de surface (crustacés) (classement des espèces) : SI1997/1332 Surface Waters (Shellfish) (Classification) Regs.	Réglementations sur les eaux de surface (crustacés) (classement des espèces) : SI 1997/2470 Surface Waters (Shellfish) (Classification) Regs	Réglementations sur les eaux de surface (crustacés) (classement des espèces) : The Surface Water (Shellfish) (Classification) Regulations (NI) 1997
Réglementations sur la conservation des habitats naturels : SI1994/2716 Conservation (Natural Habitats etc) Regulations 1994	Réglementations sur la conservation des habitats naturels : SI 1994/2716 Conservation (Natural Habitats etc) Regs	Réglementations sur la conservation des habitats naturels : Conservation (Natural Habitats etc) Regulations (Northern Ireland) 1995
Réglementations sur la prévention des risques d'accidents majeurs : Control of Major Accident Hazards Regulations 1999 (COMAH)	Réglementations sur la prévention des risques d'accidents majeurs : SI 1999/743 Control of Major Accident Hazards Regs	Réglementations sur la prévention des risques d'accidents majeurs : Control of Major Accident Hazard Regulations (Northern Ireland) 2000
Réglementations sur les déchets		Réglementations sur les déchets

spéciaux : Special Waste Regulations 1996	spéciaux : The Special Waste Regulations (Northern Ireland) 1998
---	--

**Tableau 8.7 : Dispositions légales concernant les déchets au Royaume-Uni et correspondances entre nations d'origine**  
[55, UK EA, 2001]

#### 8.1.4.7 Belgique

La combustion des huiles usagées dans les usines de mélange d'asphalte est illégale depuis Janvier 1999 dans la région flamande de la Belgique [11, Jacobs et Dijkmans, 2001].

#### 8.1.4.8 Pays-Bas

Les risques inhérents à l'utilisation de matières dans l'agriculture et à la diffusion de substances toxiques, notamment de métaux lourds, dans l'environnement et dans les cultures sont à l'origine de la mise en place de dispositions légales aux Pays-Bas. Des normes ont été fixées pour l'épandage des digestats anaérobies dans les terres de culture et insérées dans le décret sur la qualité et l'utilisation d'autres engrais organiques : Cd <1,25 mg/kg, Cr <75 mg/kg, Cu <75 mg/kg, Hg <0,75 mg/kg, Ni < 30 mg/kg, Pb <100 mg/kg, Zn <300 mg/kg, As <15 mg/kg (concentrations en mg/kg de matières sèches).

#### 8.1.4.9 Autriche

##### Valeurs limites d'émission pour les traitements biomécaniques

Paramètres	Valeur limite d'émission	Unités
1. Substances organiques, sous forme de carbone organique total		
valeurs moyennes sur une demi-heure	40	mg/m <sup>3</sup>
valeurs moyennes sur une journée	20	mg/m <sup>3</sup>
rapport <sup>1</sup> de masse	100	g/t de déchets
2. Dioxyde d'azote (sous forme de NO <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>		
valeurs moyennes sur une demi-heure	150	mg/m <sup>3</sup>
valeurs moyennes sur une journée	100	mg/m <sup>3</sup>
3. ammoniac	20	mg/m <sup>3</sup>
4. dioxines/furannes <sup>3</sup> (2-, 3-, 7-, 8-TCDD-équivalent (I-TEF))	0,1	ng/m <sup>3</sup>
5. Poussières totales	10	mg/m <sup>3</sup>
6. Odeur	500	GE/m <sup>3</sup>
7. Autres paramètres <sup>4</sup>		
<sup>1</sup> Voir Chapitre 7.2.2.2, paragraphe 2 des « MBA-Richtlinie ».		
<sup>2</sup> Si la technique appliquée pour l'épuration des effluents gazeux interdit la formation de dioxydes d'azote		
<sup>3</sup> Si la technique appliquée pour l'épuration des effluents gazeux interdit la formation de polychlorodibenzodioxines (PCDD) et/ou de polychlorodibenzofurannes (PCDF)		
<sup>4</sup> Selon la technologie de traitement et le type de déchets qui sera traité, il est nécessaire de prendre en compte le risque d'émission de gaz à effet de serre (par ex. N <sub>2</sub> O), qui doit être limité le cas échéant. D'où les dispositions spéciales pour les installations PRIP dans la loi sur la gestion des déchets autrichienne.		
Dans ce tableau, les niveaux d'émission émanant des traitements biomécaniques se rapportent à une concentration en oxygène de 5 %		

**Tableau 8.8 : Valeurs limites des émissions dans l'air pour les traitements biomécaniques en Autriche**  
[150, TWG, 2004]

**Remarque : Valeurs limites d'émission conformément au « MBA-Richtlinie » (Recommandations pour le traitement des biomécanique des déchets, 2002, République autrichienne, Ministère fédéral de l'agriculture et de la sylviculture et de la gestion de l'environnement et de l'eau, Band 2/2002, Mars 2002)**

### 8.1.5 Législation sur les déchets dans quelques autres pays

#### Canada

Au Canada, les huiles usagées dont la teneur en PCB est supérieure à 2 ppm doivent être acheminées vers un incinérateur.

#### Etats-Unis

L'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (USEPA) dispose de réglementations concernant les normes de gestion des huiles usagées. Dans le cadre de ces réglementations, la combustion des huiles usagées est soumise à un ensemble complet de contrôles de procédés à moins qu'il ne soit démontré que les huiles usagées tombent sous le coup de spécifications existantes en rapport avec la teneur en contaminants.

L'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (USEPA), le Code de réglementation fédéral des Etats-Unis, CFR64 Partie 279, la norme des Etats-Unis pour les huiles usagées indiquent les spécifications des déchets à ne pas qualifier de déchets dangereux.

Composé	Valeur max. en mg/kg
Arsenic	5
Cadmium	2
Chrome	10
Plomb	100
Total des halogènes	4 000

**Tableau 8.9 : Spécification des huiles usagées à ne pas qualifier de déchets dangereux selon l'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (US EPA)**



## 8.2 Annexe II. Questionnaire destiné à recueillir des informations environnementales sur les installations de traitement des déchets européennes

### OBJECTIF DU QUESTIONNAIRE

Requis par le groupe de travail technique (TWG) chargé du traitement des déchets avec pour objectif de normaliser le type d'informations nécessaires pour le BREF sur le traitement des déchets

### DESTINATION PREVUE DES INFORMATIONS OBTENUES

Les informations collectées ne seront utilisées que pour l'élaboration du BREF sur le traitement des déchets.

### SI UNE PARTIE DU QUESTIONNAIRE EST CONFIDENTIELLE, VEUILLEZ NOUS EN FAIRE PART.

Les données confidentielles seront traitées par le Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP) en tant que telles et ne seront pas débattues ouvertement dans le BREF

### QUE FAIRE S'IL MANQUE CERTAINES DES INFORMATIONS REQUISES ?

Les données partielles sont également précieuses car il est tout autant important de savoir pourquoi certaines informations n'existent pas

### QUELLES SONT LES CASES A REMPLIR ?

Celles dans lesquelles la saisie est autorisée et qui sont de couleur bleu

CETTE FIGURE SCHEMATISE LE REGARD QUE VOUS DEVEZ PORTER SUR VOTRE INSTALLATION POUR REMPLIR CORRECTEMENT CE QUESTIONNAIRE

ENTREES	<b>Installation de traitement des déchets évaluée</b>	SORTIES
---------	---	---------

### Nom de la personne ayant rempli ce questionnaire

Nom :

Courriel :

Ces données ne seront utilisées que pour des demandes éventuelles de compléments d'informations.

AUTEUR DU QUESTIONNAIRE : Miquel A. Aguado-Monsonet - Bureau européen de prévention et de réduction intégrées de la pollution (BEPRIP)

Ludwig Ramacher (FEAD)

DEMANDES DE RENSEIGNEMENTS : Miquel A. Aguado-Monsonet (BEPRIP)

à l'adresse suivante : [miguel.aguado@cec.eu.int](mailto:miguel.aguado@cec.eu.int)

### QUESTIONNAIRE A RENVOYER A :

**Miquel A. Aguado-Monsonet (EIPPCB)**

à l'adresse suivante : [miguel.aguado@cec.eu.int](mailto:miguel.aguado@cec.eu.int)

INFORMATIONS GENERALES SUR L'INSTALLATION DE TRAITEMENT DES DECHETS		
	Pays	
2	Opérateur	
3	Nom et site de l'installation	
4	Date de début d'exploitation	
5	Les données fournies dans ce questionnaire correspondent à l'année... (année de référence)	

6	Remarques supplémentaires	
---	---------------------------	--

**CETTE FICHE CONTIENT DES DONNEES SUR LES ENTREES TRAITEES DANS L'INSTALLATION**

DECHETS TRAITES																	
Quantité de déchets traités dans l'année de référence				tonnes/an												Nombre de codes dangereux traités	Pourcentage annuel par type de déchets traités
Types de déchets traités		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13			%
	01															0	
	02																
	03																
	04																
	05																
	06																
	07																
	08																
	09																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																
	17																
	18																
	19																
	20																
ENTREES RELATIVES AUX UTILITES																	
Type de combustible utilisé					(Combustibles fossiles (gazeux, liquides, solides) et combustibles dérivés des déchets (par ex. RDF))												
Consommation de combustible					MJ/an												
Consommation d'électricité					MWh/an												
Consommation de chaleur					MWh/an												
Eau					m³/an												
Refroidissement					MJ/an												
AUTRES ENTREES (par ex. produits chimiques)					tonnes/an												

## CETTE FICHE CONTIENT UNE PRESENTATION SUCCINCTE DE L'ETABLISSEMENT ET DES ACTIVITES/PROCEDES IMPLIQUES

TYPE D'USINE	
	production de combustibles à partir de déchets non dangereux
	production de combustibles à partir de déchets dangereux
	traitement biomécanique des déchets non dangereux
	digestion anaérobie
	traitement des catalyseurs usagés
	traitement des résidus d'épuration des fumées et des cendres
	traitement des huiles usagées
	traitement des solvants usagés
	traitement physico-chimique des mélanges huile eau et des émulsions
	traitement des sols contaminés

## PRESENTATION SUCCINCTE DE L'INSTALLATION

(Veuillez indiquer la liste des procédés/activités de votre installation (Remarque : le stockage est déjà inclus). Veuillez inclure un schéma de principe de l'installation (dans la fiche suivante) pour faciliter la compréhension de votre procédé)

		Nombre	Remarques
1	Stockage des gaz		
2	Stockage des liquides		
3	Stockage des solides (y compris des déchets)		
4			
5			
6			

## PROCEDES DE REDUCTION DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES

Veuillez indiquer dans le tableau suivant les types de systèmes d'épuration des fumées utilisés

		Efficacité de la réduction	Facteurs d'efficacité	Remarques
	<b>Type de système utilisé</b>			
A1	Dépoussiéreur électrostatique sec (Matières particulaires (PM))		PM	
A2	Dépoussiéreur électrostatique humide (Matières particulaires (PM))		PM	
A3	Cyclone (Matières particulaires (PM))		PM	
A4	« Quench » (système de refroidissement des gaz par pulvérisation d'eau à travers des buses)			
A5	Filtres à manches (Matières particulaires (PM))		PM	
A6	Filtres à manches avec injection de charbon actif (Matières particulaires (PM))		PM	
A7	Epurateur-laveur pour acides			
A8	Epurateur-laveur pour bases (alcali)			
A9	Autres systèmes d'épurateurs-laveurs			
A10	Epurateur à sec avec injection de chaux			
A11	Réduction catalytique non sélective		NO <sub>x</sub>	
A12	Réduction catalytique sélective pour les NO <sub>x</sub>		NO <sub>x</sub>	
A13	Réduction catalytique sélective pour les NO <sub>x</sub>			

	et les dioxines			
A14	Filtre à charbon actif (steady)			
A15	Incinérateur COV		COV	
A16	Biofiltre			
A17				

**Avez-vous prévu de mettre en œuvre une autre technique de réduction des émissions dans l'air à court terme (dans les 2 ans) ?**

**Si oui, précisez laquelle.**

**EMPLACEMENT RESERVE A L'INSERTION DU SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION**

## STATION D'EPURATION DES EAUX RESIDUAIRES (WWTP)

	Votre installation génère-t-elle des eaux résiduaires (WWTP) ?	
Si, oui, veuillez répondre à la question suivante		
	Ces eaux sont-elles traitées dans une station d'épuration des eaux résiduaires (WWTP) ?	
Si, oui, veuillez répondre à la question suivante		
	La station d'épuration des eaux résiduaires ne traite que les eaux générées par votre installation	
Efficacité globale	% %	En termes de COT

	Type de traitements mis en œuvre dans la station d'épuration des eaux résiduaires (WWTP)	Remarques
W1	Sédimentation	
W2	Neutralisation	
W3	Traitement chimique au ...	
W4	Séparation des émulsions	
W5	Filtration	
W6	Déshydratation	
W7	Filtre-presse	
W8	Echange d'ions	
W9	Floculation	
W10		

**Avez-vous prévu de mettre en œuvre un autre type de traitement de l'eau à court terme (dans les 2 ans) ?**

**Si oui, veuillez préciser lequel.**

## EMPLACEMENT POUR L'INSERTION D'UNE IMAGE DU SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION

# **CETTE FICHE CONTIENT DES QUESTIONS SUR LES EMISSIONS ACTUELLES DE L'INSTALLATION**

<b>PRODUITS</b>					
Nom des produits avec prix de marché positif					
Quantité annuelle de produits fabriqués (tonnes/an)					
Electricité (MWh/an)					
Chaleur (MWh/an)					

**Remarques : C : Continu, D : Discontinu, IM : Mesure indirecte, E : Estimation**

**Si un paramètre d'émission n'est pas applicable au procédé, inscrire N/A dans le tableau.  
Si vous savez qu'il peut y avoir des émissions, sans plus, veuillez ne rien inscrire dans la case.**

<b>EMISSIONS DANS L'AIR</b>					
	Types de mesures				
Paramètre	(C, D, IM, E)	Concentration	Unités	Charge	Unités
Fumées générées					Nm³/an
Pourcentage d'oxygène utilisé pour les données ci-dessous			%		
Intervalle d'intégration					
CO <sub>2</sub>					kg/an
Poussières			mg/Nm³		kg/an
SO <sub>2</sub>			mg/Nm³		kg/an
NO <sub>x</sub>			mg/Nm³		kg/an
N <sub>2</sub> O			mg/Nm³		kg/an
COT			mg/Nm³		kg/an
CO			mg/Nm³		kg/an
HCl			mg/Nm³		kg/an
HF			mg/Nm³		kg/an
Total des métaux			mg/Nm³		kg/an
Hg			mg/Nm³		kg/an
Cd + TI			mg/Nm³		kg/an
HAP			mg/Nm³		kg/an
PCB			mg/Nm³		kg/an
Chlorobenzènes			mg/Nm³		kg/an
PCDD/PCDF			(ngTEQ/Nm³)		g/an
CFC			mg/Nm³		kg/an
Odeur					
Bruit					



**Remarque : N signifie conditions normales (0 °C et 1 atm). Les données fournies doivent correspondre à des conditions sèches.**

<b>EMISSIONS DANS L'EAU</b>		<b>Types de mesure</b>			
<b>Paramètre</b>	<b>(C, D, IM, E)</b>	<b>Concentration</b>	<b>Unités</b>	<b>Charge</b>	<b>Unités</b>
Temps d'intégration					
Eaux résiduaires générées					Nm³/an
SS (Solides en suspension (séchés à 105 °C))			mg/l		kg/an
COT (Carbone organique total)			mg/l		kg/an
DBO <sub>5</sub> (Demande biochimique en oxygène après 5 jours)			mg/l		kg/an
DCO (Demande chimique en oxygène après 2 heures)			mg/l		kg/an
Hydrocarbures			mg/l		kg/an
Phénols			mg/l		kg/an
AOX			mg/l		kg/an
BTX			mg/l		kg/an
Azote total (sous forme de N)			mg/l		kg/an
Nitrite N (NO <sub>2</sub> - N)			mg/l		kg/an
CN libre			mg/l		kg/an
Sulfure libre			mg/l		kg/an
F, total			mg/l		kg/an
P, total			mg/l		kg/an
Total des métaux			mg/l		kg/an
Al (mg/l)			mg/l		kg/an
Fe (mg/l)			mg/l		kg/an
As			mg/l		kg/an
Cr, total			mg/l		kg/an
Cr (VI)			mg/l		kg/an
Cu			mg/l		kg/an
Hg			mg/l		kg/an
Ni			mg/l		kg/an
Pb			mg/l		kg/an
Zn			mg/l		kg/an

RESIDUS GENERES PAR LE PROCEDE					
Résidus produits par le procédé					
Quantités annuelles de résidus (tonnes/an)					
Composition					
Devenir ultérieur					

**Veillez inclure dans cette fiche les techniques déjà mises en œuvre dans votre installation ou qui le seront à brève échéance et dont vous pensez qu'elles constituent de bonnes pratiques écologiques (GEP). Pour chacune des techniques, veuillez indiquer les informations suivantes**

	Information
Description	
Avantages écologiques obtenus	
Effets multimilieux	
Données opérationnelles	
Applicabilité	
Aspects économiques	
Éléments susceptibles de stimuler la mise en œuvre	
Installations à titre d'exemple	
Bibliographie de référence	

### 8.3 Annexe III : Types de déchets et production des déchets dans l'Union européenne

[7, Monier et Labouze, 2001], [39, Militon et al., 2000], [40, Militon et Becaud, 1998], [41, UK, 1991], [42, UK, 1995], [53, LaGrega et al., 1994], [56, Babbie Group Ltd, 2002], [86, TWG, 2003], [100, UNEP, 2000], [121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [122, Eucopro, 2003] [124, Iswa, 2003], [125, Ruiz, 2002], [126, Pretz et al., 2003], [150, TWG, 2004].

Cette annexe récapitule les types de déchets produits dans l'Union européenne et leur classement dans l'Union européenne. Elle fait aussi le point sur la production des déchets dans des pays de l'Union européenne pris individuellement ainsi que dans d'autres pays européens. Comme énoncé au Chapitre 1, les installations de traitement des déchets sont conçues pour gérer les déchets. Ces déchets constituent les matières en entrée (dénommé matières premières dans d'autres secteurs industriels) de ces installations. Si l'on considère le secteur du traitement des déchets dans sa globalité, on peut s'apercevoir que les propriétés physicochimiques de ces entrées peuvent varier dans un spectre très large. Les déchets peuvent aller du liquide au solide (par ex. du point de vue de leurs propriétés physiques), présenter des caractères allant de l'organique à l'inorganique (par ex. du point de vue de leurs propriétés chimiques).

La directive-cadre européenne sur les déchets dresse la liste des déchets en fonction des activités qui les produisent, et les classe en vingt groupes différents comme suit.

Code du CED	Groupes de déchets tels que répertoriés dans le catalogue européen des déchets (CED)
01	Déchets provenant de l'exploration et de l'exploitation des mines et des carrières ainsi que de la préparation et du traitement ultérieur des minéraux
02	Déchets provenant de la production primaire de l'agriculture, de l'horticulture, de la chasse, de la pêche et de l'aquaculture ainsi que de la préparation et de la transformation des aliments
03	Déchets provenant de la transformation du bois et de la production de papier, de carton, de pâte à papier, de panneaux et de meubles
04	Déchets provenant des industries du cuir, de la fourrure et du textile
05	Déchets provenant du raffinage du pétrole, de la purification du gaz naturel et du traitement pyrolytique du charbon
06	Déchets des procédés de la chimie minérale
07	Déchets des procédés de la chimie organique
08	Déchets provenant de la fabrication, de la formulation, de la distribution et de l'utilisation (FFDU) de produits de revêtement (peintures, vernis et émaux vitrifiés), mastics et encres d'impression
09	Déchets provenant de l'industrie photographique
10	Déchets inorganiques provenant de procédés thermiques
11	Déchets inorganiques contenant des métaux, provenant du traitement et du revêtement des métaux, et de l'hydrométallurgie des métaux non ferreux
12	Déchets provenant de la mise en forme et du traitement mécanique de surface des métaux et matières plastiques
13	Huiles usées (sauf huiles alimentaires et catégories 05 et 12)
14	Déchets provenant de substances organiques employées comme solvants (sauf catégories 07 et 08)
15	Emballages et déchets d'emballages, absorbants, chiffons d'essuyage, matériaux filtrants et vêtements de protection (non spécifiés ailleurs)
16	Déchets non décrits ailleurs dans la liste
17	Déchets de construction et de démolition (y compris la construction routière)
18	Déchets provenant des soins médicaux ou vétérinaires et/ou de la recherche associée (sauf déchets de cuisine et de restauration ne provenant pas directement des soins médicaux)
19	Déchets provenant des installations de traitement des déchets, des stations d'épuration des eaux usées hors site et de l'industrie de l'eau
20	Déchets municipaux et déchets assimilés provenant des commerces, des industries et des administrations, y compris les fractions collectées séparément
Remarque : CED signifie Catalogue européen des déchets	

**Tableau 8.10 : Classement européen des déchets**  
**Décision du Conseil 2000/532/CE**

Afin de donner un instantané de la situation des déchets en Europe, les tableaux ci-après (Tableau 8.11 à 8.13) montrent la somme des déchets produits dans chaque Etat membre (MS) et dans certains autres pays européens, pour chacune des catégories de déchets mentionnées ci-dessus. Il convient de noter qu'un même type de déchets ayant les mêmes caractéristiques physico-chimiques peut apparaître sous des codes différents.

EVM Code	AT		BE		DE		DK		ES		EL		FR		FI		IT		IE		LU		NL		PT		SE		UK		IS		NO		CH	
	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N
01	7	0					0	28							0	432		21						0	15671											
02	22	92					0	60							3,1	831	0						0	1483												
03		1					0								0,2	6525	0	0					0	0	2594											
04	0						1	7							< 0,1	13	1	0					0	0	3114											
05	38	3					9	61		15					52	3	26	6					10	6	4											
06	11	13					5	110							137	696	261	3					265	11	6											
07	1	29					11	215		1					46	47	842	148					2	32	35											
08	15	8					15	21							7	4	37	2					3	5	63											
09	5	2					10	4							14	0	154	0					1	1	1											
10	84	98					34	298		109					534	2000	367	1					51	10	1212											
11	5	57					7	132							272	71	286	0					5	82	5	3										
12	41	12					2	74		1					6	273	233	0					1	2	457											
13	35	33					35	42							42	1	352	28					50	122	0											
14	0	8					4	99							2,8	< 0,1	137	0					2	28	0											
15	32	7					1	48							9	145		0					0	327												
16	67	57					11	22		4					55	969	318	6					117	15	123											
17	85	18					5	1							2	897	21	0					2	0	1283											
18	3	4					10	8							2	< 0,1	133	3					0	0	0											
19	140	40					91	138		36					24	2301	154	4					11	14	605											
20	26	8					12								2	635	5	0					0	639												
SUB TOTAL	575	47059	474	4837	6093	39068	263	13238	1361	11096	450	3197	7010	82380	1177	18095	3101	28384	243	6179	180	1548	1520	54030	254	28905	500	3200	1844	245415	7	845	8547	1600		
TOTAL	47635	48645			48161	13402	12458	3847			630650	10055			31765	6427	2728					55910	23162	3710	250250							7402				

**Tableau 8.11 : Quantité de déchets produits par type de déchets et par pays européen**

**Remarque : Données en kilotonnes par an.**

**H : dangereux, N : non-dangereux**

EVM Code	AT		EE		DE		UK		ES		EL		FR		FI		IT		E		LU		NL		PT		SE		UK		IS		NO	
	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N
01	1.2	0.0					0.0	2.1	0.0					0.0	2.2	0.0	9.4					0.0	0.0	58.7										
02	3.8	19.4					0.0	4.4	0.0					0.3	4.3	0.0	0.0					0.0	0.0	5.1										
03	0.0	0.2					0.0	0.0	0.0					0.0	44.3	0.0	0.0					0.0	0.0	9.0										
04	0.0	0.0					0.4	0.5	0.0					0.0	0.1	0.0	0.0					0.0	0.1	16.6										
05	6.6	0.6					3.4	4.5	0.0					2.7	0.0	0.9	2.7					1.7	3.0	0.0										
06	1.9	2.7					1.9	8.1	0.0					11.5	3.4	7.7	1.3					44.3	4.3	0.0										
07	0.2	6.1					4.2	15.6	0.6					3.9	0.2	24.8	65.2					0.3	12.8	0.1										
08	2.6	1.7					5.7	1.5	0.0					0.6	0.0	1.1	0.9					0.5	2.1	0.2										
09	0.9	0.4					3.8	0.3	0.0					0.1	0.0	4.8	0.0					0.2	0.2	0.0										
10	11.1	19.0					12.9	21.3	85.7					45.4	10.9	10.8	0.4					8.5	4.0	4.2										
11	0.9	12.0					2.7	9.7	0.0					23.1	0.4	8.8	0.0					13.7	2.1	0.0										
12	7.1	2.5					0.6	5.4	0.6					0.5	1.4	6.6	0.0					0.2	0.9	1.6										
13	5.7	7.0					13.3	3.1	0.0					3.6	0.0	11.5	12.5					8.3	48.0	0.0										
14	0.0	1.7					1.5	7.3	0.0					0.2	0.0	4.0	1.8					0.3	11.0	0.0										
15	5.8	1.5					0.4	3.5	0.0					0.8	0.8	0.0	0.0					0.0	0.0	1.1										
16	11.6	12.0					4.2	1.6	2.4					4.6	5.0	5.3	2.7					19.5	6.0	0.4										
17	11.5	3.8					1.9	0.1	0.0					0.2	4.7	0.6	0.0					0.3	0.0	4.4										
18	0.5	0.8					3.8	0.0	0.0					0.1	0.0	3.9	1.3					0.0	0.1	0.0										
19	24.3	8.4					34.6	10.0	21.7					2.0	11.9	4.8	1.8					1.8	5.3	2.1										
20	4.5	0.0					4.6	0.9	0.0					0.2	4.3	0.1	0.0					0.5	0.1	2.2										
SUB TOTAL	1.3	90.7	1.6	90.4	10.5	01.1	2.1	97.9	23.4	75.6	12.3	67.2	1.1	90.9	6.1	89.9	10.7	69.3	3.9	90.1	6.5	93.4	2.7	97.3	0.9	99.1	13.5	66.5	0.7	99.3		0.6	91.4	
TOTAL	100	100			100		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Tableau 8.12 : Pourcentage par type de déchets produits et par pays européen**

**Remarque : Données en pourcentage par an. Le sous-total brut correspond au pourcentage de déchets dangereux et non dangereux produits par pays**

[10, ANPA et ONR, 2001], [19, Brodersen et al., 2002], [21, Langenkamp et Nieman, 2001], [86, TWG, 2003], [127, Oteiza, 2002], [150, TWG, 2004]

	Déchets municipaux	Déchets industriels	Déchets agricoles	Déchets d'exploitation minière	Déchets de démolition	Boues d'épuration	Déchets dangereux
Belgique	3,5	27,0	53,0	7,1	0,7	0,7	0,9
Danemark	2,4	2,4	-	-	1,5	1,3	0,1
France	1,7	50,0	400,0	10,0	-	0,6	3,0
Allemagne	19,5	61,0	-	9,5	12,0	1,7	6,0
Grèce	3,1	4,3	0,09	3,9	-	-	0,4
Irlande	1,1	1,6	22	1,9	0,2	0,6	0,02
Italie	17,3	40,0	30,0	57,0	34,0	3,5	3,8
Luxembourg	0,17	1,3	-	-	4,0	0,02	0,004
Pays-Bas	6,9	6,7	86,0	0,1	7,7	0,3	1,5
Portugal	2,4	0,7	0,2	3,9	-	-	0,16
Espagne	12,5	5,1	45,0	18,0	-	10	1,7
UK	35,0	70,0	250,0	25,0	32,0	1,0	4,5
US	209,0	760,0	150,0	14,0	32,0	10	275,0 <sup>a</sup>
Japon	48,0	312,0	63,0	26,0	58,0	2	6,6
Unités en millions de tonnes							
<sup>a</sup> eaux résiduelles incluses							

**Tableau 8.13 : Estimation des déchets produits dans certains pays**

### OCDE (1991) et Ministère de l'environnement (1992) dans [80, Petts et Eduljee, 1994]

Les paragraphes ci-après portent sur des informations plus spécifiques, classées par types de déchets. Tous les types de déchets ne sont pas pris en compte, car dans certains cas le secteur concerné est considéré comme mineur ou aucune information n'a été fournie.

#### 8.3.1 Déchets municipaux solides (MSW)

Le tableau 8.14 présente les tonnages bruts des différents composants des déchets solides municipaux dans les Etats-membres ainsi que le tonnage global des déchets solides municipaux dans quelques autres pays européens.

Pays	Papier	Textiles	Matières plastiques	Verre	Métaux	Déchets biodégradables		Autres	Total
Autriche	670	63	340	284	166	750	29 %	236	2 509
Belgique									5 014
République tchèque									3 200
Chypre									370
Danemark	505		122	94	42	923	36 %	894	2 580
Estonie									560
Finlande	536			116	53	662	32 %	735	2 102
France	6 250	750	2 750	3 250	1 000	7 250	29 %	3 750	25 000
Allemagne									40 017
Grèce	640	144	272	144	160	1568	49 %	272	3 200
Hongrie									4 300
Irlande									1 503
Italie	3 300		1 050	900	450	6 450	43 %	2 850	15 000
Luxembourg	36	4	15	13	5	83	44 %	33	189
Pays-Bas	1 785	230	395	445	230	2 630	38 %	1 220	6 935
Pologne									11 800
Portugal	1 074	154	503	254	109	1 627	36 %	811	4 532
Slovénie									1 020
Espagne	3 025	689	1 511	984	589	6 303	44 %	1 195	14 296
Suède	1 408	64	224	256	64	960	25 %	224	3 200
Royaume-Uni	7 400	400	2 000	1 800	1 400	3 800	19 %	3 200	20 000
Norvège									2 722

Données en ktonnes et pour la période de 1993 à 1997

**Tableau 8.14 : Composition des déchets solides municipaux dans l'Union européenne et production totale dans certains autres pays européens**  
[59, Hogg et al., 2002], [92, EEA, 2002], [150, TWG, 2004]

Le tableau 8.15 présente les métaux susceptibles d'être présents dans les déchets solides municipaux.

Métal	Présence due aux
Cd	Pigments des matières plastiques, batteries
Cr	Couleurs, pigments des matières plastiques, colorants textiles et tannage du cuir

**Tableau 8.15 : Métaux contenus dans les déchets solides municipaux**  
[113, COWI A/S, 2002]

#### 8.3.2 Eaux polluées

Le tableau 8.16 présente la quantité d'eau polluée générée en France.

Type d'eaux usées	Quantité (kt/an)
Mélange d'eau, d'hydrocarbures et de sédiments	10

**Tableau 8.16 : Quantité d'eau polluée générée en France**  
[40, Milton et Becaud, 1998]

Le tableau 8.17 présente les efforts visant à réduire les quantités de déchets, sous forme de statistiques issues du land allemand Rhénanie du Nord - Westphalie.

Land Rhénanie du Nord - Westphalie (Allemagne)	Quantités de déchets (m³/an)		
	En 1990	Prévisions pour 2005	
		Prévisions de 1994 <sup>1</sup>	Prévisions de 1996 <sup>2</sup>
Arnsberg	278 300	204 000	102 600
Detmold	78 300	66 000	35 300
Dusseldorf	337 800	251 200	140 700
Cologne	264 400	206 000	98 700
Munich	83 400	69 500	59 600
<b>Total</b>	<b>1 042 200</b>	<b>796 700</b>	<b>436 900</b>
Evaluation	<b>100 %</b>	<b>76 %</b>	<b>42 %</b>
NRW : Rhénanie du Nord - Westphalie			
<sup>1</sup> Strategic Concept for Special Waste Disposal in NRW, 4 <sup>ème</sup> Edition, 1994, WAZ Press, Duisbourg			
<sup>2</sup> Strategic Concept for Special Waste Disposal in NRW, 5 <sup>ème</sup> Edition, 1996, WAZ Press, Duisbourg			

**Tableau 8.17 : Déchets traités dans des usines de traitement physico-chimiques en Rhénanie du Nord - Westphalie /Allemagne en 1990 et prévisions pour 2005**

[121, Schmidt et Institute for environmental and waste management, 2002], [150, TWG, 2004]

Les variations dans les quantités de déchets dont le traitement est prévu dans des usines Ph-c montrent quelles sont les mesures les plus couronnées de succès pour la réduction de la quantité de déchets. Ces mesures sont constituées de mesures intégrées à la production en général et d'améliorations apportées aux procédés de production, en particulier aux substances auxiliaires et autres additifs.

Malgré ces mesures pour éviter les déchets et réduire leur quantité, les déchets qui surviennent en cours de production doivent toujours être pris en compte. Néanmoins, les réductions de la quantité de déchets peuvent déboucher sur un accroissement associé à une procédure de traitement plus onéreuse.

Les usines de traitement physico-chimique s'adaptent constamment à ces changements au plan technique, opérationnel et au plan de l'organisation.

### 8.3.3 Boues d'épuration

Le tableau 8.18 et le tableau 8.19 présentent la quantité de boue d'épuration produite dans certains pays européens et la composition moyenne des boues d'épuration en Europe.

Pays	Quantité (kt de matières sèches)
Autriche	211,9
Belgique	113
Danemark	200
Finlande	158
France	878
Allemagne	2 661
Grèce	86
Irlande	43
Italie	
Luxembourg	13
Pays-Bas	349
Portugal	239
Espagne	787
Suède	236*
Royaume-Uni	1 193
Norvège	93
Données pour 1998, sauf * qui correspondent à 1995	

**Tableau 8.18 : Quantité de boue d'épuration produite dans certains pays européens**  
[92, EEA, 2002], [150, TWG, 2004]

Composé	Concentration (mg/kg de matières sèches)
N	3 500 – 46 000
P	10 400 – 45 000
Cd	0,7 – 3,8
Cr	16 – 840
Cu	220 – 641
Hg	0,6 – 4
Ni	8 – 85
Pb	20 – 325
Zn	290 – 2 580

**Tableau 8.19 : Composition et plages de concentration des boues d'épuration**  
[92, EEA, 2002]

### 8.3.4 Acides et bases usagés

Le catalogue européen des déchets (CEL) spécifie plusieurs acides et bases (par ex. l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique, l'acide fluorhydrique, phosphorique, les acides nitriques, l'hydroxyde de calcium, la soude et l'ammoniaque). L'acide fluorhydrique n'est pas régénéré, il est seulement neutralisé. Les bases ne sont généralement pas régénérées ; elles sont habituellement neutralisées, exception faite toutefois de la liqueur noire issue de l'industrie des pâtes et papiers (traitée dans le BREF sur l'industrie de la pâte à papier et du papier)

### 8.3.5 Adsorbants des déchets

L'adsorption des polluants sur du charbon actif, du charbon de bois et des résines échangeuses d'ions est une technique de traitement courante pour éliminer les contaminants (par exemple DOC, POP, substances inorganiques) des eaux résiduelles et des effluents gazeux depuis de nombreuses années. Le charbon actif s'utilise également pour éliminer les COV des effluents gazeux (par exemple, fabrication/formulation de pesticides). Les procédures de régénération pour le charbon actif ont tout d'abord été limitées aux technologies de réactivation thermique. Les résines ont trouvé des emplois sélectifs dans lesquels la valorisation et le réemploi du contaminant organique sont un objectif important, ou dans lesquels les contaminants sont en concentration raisonnablement élevée. Elles peuvent aussi être utilisées pour l'élimination et la valorisation de substances inorganiques (par exemple décoloration dans l'industrie du sucre, les industries des colorants et de la fabrication du papier, pour l'élimination des phénols, pour traiter de nouveaux antibiotiques, et pour l'affinage de l'eau à pureté élevée). Le charbon de bois s'emploie principalement en tant que combustible. Comme il est détruit par le procédé de combustion, le charbon de bois n'est généralement pas réactivé.

### 8.3.6 Catalyseurs usagés

Les procédés catalytiques s'utilisent très largement dans la production de produits chimiques inorganiques et organiques, dans la technologie du pétrole, dans le traitement des combustibles gazeux et liquides synthétiques, dans le contrôle de la pollution et dans la conversion d'énergie. Le tableau 8.20 présente quelques exemples de l'utilisation des catalyseurs.

Secteur industriel	Exemples
Production de produits chimiques inorganiques	Hydrogène, ammoniac, acide sulfurique, etc.
Production de produits chimiques organiques	Synthèse organique, hydrogénation, déshydrogénation, réactions de déshydratation catalysées à l'acide, oxychloration
Raffinage du pétrole	Reformage, désulfurisation, hydrocraquage, craquage, isomérisation, hydrofinissage des huiles de lubrification



Techniques de contrôle de la pollution	Réduction catalytique sélective (SCR) des émissions de NO <sub>x</sub> , épuration des gaz d'échappement (combustion)
--	---

**Tableau 8.20 : Secteurs industriels utilisant des catalyseurs**  
[125, Ruiz, 2002]

Le type de composé utilisé comme catalyseur dépend du procédé, mais les métaux, les oxydes métalliques et les acides sont parmi les plus fréquents, comme représenté sur le tableau 8.21.

	Importance	Exemples
Métaux	Ils figurent parmi les composants de catalyseurs industriels les plus importants et les plus fréquemment utilisés	Ag, Au, et les métaux du groupe platine Métaux de transition : Fe, Co, Ni, Mo, Ru, Rh, Pd, W, Re, Os, Ir et Pt. Métaux qui ne sont pas des métaux de transition : Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Au, Hg, Pb et Bi.
Oxydes métalliques	Ce sont des supports catalytiques et catalyseurs courants.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ZnO, NiO, MoO <sub>3</sub> , CoO, WO <sub>3</sub> .
Sulfures métalliques		MoS <sub>2</sub> , WS <sub>2</sub>
Acides	Isolants montrant une transition de basique à amphotère et un caractère acide	Na <sub>2</sub> O, MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , et P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Bases	Applications industrielles limitées	Ba(OH) <sub>2</sub> , Ca(OH) <sub>2</sub> , Na
Catalyseurs multifonctionnels		Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .MoO <sub>3</sub>
Echangeurs d'ions		
Complexes organométalliques		
Autres		Co(acétate) <sub>2</sub> , amines, peroxyde de benzoyle, etc

**Tableau 8.21 : Vue d'ensemble des types de catalyseurs utilisés à des fins industrielles**  
[125, Ruiz, 2002]

En théorie, un catalyseur demeure inchangé après son utilisation. Toutefois, il peut perdre son activité en raison d'une désactivation (comme par exemple un empoisonnement (par ex. par du P, S, As, Se, Te, Bi, C), un foulage ou un frittage) et d'une redispersion des centres actifs des catalyseurs. En conséquence, les catalyseurs usagés sont essentiellement composés des mêmes matières qu'un catalyseur neuf mais contaminés avec des composants supplémentaires.

### 8.3.7 Déchets provenant des procédés de combustion

Les déchets de combustion sont générés pendant la combustion du charbon, des combustibles liquides (lourds) ou des déchets dans de grandes installations de combustion, des générateurs de chauffage industriels et des chaudières, ainsi que dans des incinérateurs. Deux types de déchets sont produits dans les procédés de combustion. Le premier est constitué par les cendres lourdes (scories générées dans la chambre de combustion) et le second correspond aux déchets du traitement d'épuration des fumées (FGT) (quelquefois dénommés résidus du « contrôle de la pollution de l'air » (APC)), réglementé selon la législation européenne sur les déchets dangereux. Les déchets du traitement d'épuration des fumées peuvent provenir de tous procédés de combustion (par ex. des incinérateurs, des grandes installations de combustion, des chaudières industrielles), et sont généralement traités avant d'être réutilisés ou mis en décharge).

L'expression « résidu APC » s'utilise avec des significations légèrement différentes dans la documentation : au sens strict, ce terme couvre uniquement les résidus solides (par exemple boue et gypse provenant des systèmes par voie humide, et réactifs en excès et produits de réaction provenant des systèmes par voie sèche/semi-sèche) générés afin de minimiser les émissions des composants acides dans les fumées. Si l'on considère cette définition, les cendres légères ne devraient pas être incluses. Toutefois, du point de vue de la gestion, tous ces résidus

solides (les cendres légères qui constituent le composant principal (le plus important en quantité) et même les cendres de chaudières dans certains Etats membres) sont généralement traités en combinaison (notamment dans les systèmes par voie sèche et semi-sèche).

L'expression « déchets du traitement d'épuration des fumées » s'utilise dans le sens d'un traitement incluant tous les types de résidus solides produits dans les systèmes de récupération de chaleur (chaudière/économiseur) ou en sortie. Ceci inclut les cendres légères, les cendres de chaudière, la chaux excédentaire et les produits de réaction (sec/semi-sec) les boues issues des solutions de lavage et le gypse (humide). Aucun accent particulier n'est mis sur la gestion des boues et du gypse séparément, car les quantités sont relativement petites par rapport aux cendres légères. Le tableau 8.22 et le tableau 8.23 présentent les déchets générés par les centrales électriques à charbon ainsi que la production totale dans certains pays européens.

Pays	Cendres volantes	Scories et cendres lourdes	Gypse	Autres produits issus de l'épuration des effluents gazeux	Boue	Total
Autriche	334,5	24,9	74,5	2,0	0,3	436,2
Belgique						1 135
Danemark	1 158	152	374	100	n.a.	1 784
Finlande						1 274
France	1 840-1 940					2 100
Allemagne						25 310
Grèce	10					10 080
Irlande						450
Italie	872	182	4	3	2	1 063
Luxembourg						
Pays-Bas						1 525
Portugal	272	30				302
Espagne	531					531
Suède						600
UK	5 100	1 400				6 500
Norvège						
Données en kt/an pour la période de 1993 à 1999 en fonction du pays. Les données correspondent aux cendres lourdes et cendres volantes ainsi qu'aux résidus de l'épuration des fumées (gypse).						
1 Correspond aux données issues des installations de production d'énergie						

**Tableau 8.22 : Déchets provenant des centrales électriques à charbon**  
[40, Militon et Becaud, 1998], [92, EEA, 2002], [95, RAC/CP, 2003]

Données en ktonnes		Type de système de traitement d'épuration des fumées (FGT)			
Pays		Voie sèche/semi-sèche	Voie humide	Non spécifié	Total
Autriche	Résidus	0	8,1	0	8,1
	Déchets	0	450,0	0	450,0
Belgique	Résidus	2,7	0	4,4	7,1
	Déchets	90,1	0	101,2	191,3
Danemark	Résidus	26,6	30,9	5,1	62,6
	Déchets	745,6	1348,8	234,6	2329,0
Allemagne	Résidus	284,4	377,4	13,2	675,0
	Déchets	3807,0	10027,0	247,0	14081,0
France	Résidus	83,2	122,4	5,9	211,5
	Déchets	551,7	1971,4	121,6	2644,7
Hongrie	Résidus	11,1	0	0	11,1
	Déchets	352,2	0	0	352,2
Italie	Résidus	0	0	50,2	50,2
	Déchets	0	0	1109,4	1109,4
Pays-Bas	Résidus	0	54,0	30,4	84,4
	Déchets	0	1492,0	887,0	2379,0
Norvège	Résidus	0,4	3,4	0	3,8
	Déchets	17,5	126,7	0	144,2
Portugal	Résidus	27,4	0	0	27,4
	Déchets	321,8	0	0	321,8
Espagne	Résidus	58,8	0	0	58,8
	Déchets	817,9	0	0	817,9
Suède	Résidus	43,0	29,0	14,8	86,8
	Déchets	699,8	901,8	327,4	1929,0
Royaume-Uni	Résidus	30,9	0	0	30,9
	Déchets	1074,1	0	0	1074,1
Suisse	Résidus	0	65,7	0	65,7
	Déchets	0	2462,6	0	2462,6
<b>Total</b>	Résidus	396,3	530,3	148,0	1074,6
	Déchets	6266,2	12819,5	3787,9	22873,6

**Tableau 8.23 : Quantités de déchets issus du traitement d'épuration des fumées (FGT) dans quelques pays européens**  
[124, Iswa, 2003], [152, TWG, 2004]

Le tableau 8.24 présente une vue d'ensemble des principaux composants solides du traitement d'épuration des fumées.

Composant solide	Systèmes par voie sèche/semi-sèche	Systèmes par voie humide
Cendres volantes/ cendres de chaudière	Toujours	Toujours
Réactif en excès + produits de réaction	Toujours : mélange possible avec des cendres volantes ; contient des sels Cl et/ou du gypse	
Sorbant de dioxines	En option : habituellement inclus	En option : avec habituellement une gestion séparée ou réemploi comme agent de neutralisation dans les stations d'épuration des eaux résiduaires
Boue		Toujours : parfois en mélange avec des cendres volantes/cendres de chaudière (modèle Bamberg)
Gypse	Inclus dans les produits de réaction	Obtenu en l'absence d'effluent liquide : avec gestion séparée si une valorisation est prévue
Sels Cl	Inclus dans les produits de réaction; valorisation possible	Obtenu en l'absence d'effluent liquide : valorisation possible dans certains cas

	dans certains cas	
--	-------------------	--

**Tableau 8.24 : Principaux composants des déchets issus du traitement d'épuration des fumées (FGT)**  
[124, Iswa, 2003], [150, TWG, 2004]

### 8.3.8 Huiles usagées

L'expression « huile usagée » est définie par la législation européenne comme signifiant toutes les huiles industrielles ou lubrifiantes à base minérale, qui sont devenues impropres à l'usage auquel elles étaient initialement destinées, et notamment les huiles usagées des moteurs à combustion et des systèmes de transmission ainsi que les huiles minérales lubrifiantes, les huiles pour turbines et celles pour systèmes hydrauliques, (Directive du Conseil 85/101/CEE). Les huiles usagées sont classées comme déchets dangereux par la législation européenne et doivent être collectées de manière à pouvoir être traitées en toute sécurité. Les huiles usagées contaminées avec plus de 50 ppm de PCB ne sont pas incluses dans cette catégorie parce qu'elles sont traitées différemment par la législation de l'Union européenne.

Les huiles usagées couvrent un large éventail de matières, avec d'autres différences provenant de l'utilisation pour laquelle elles sont prévues dans des conditions différentes. Dans ce document, l'expression « huile usagée » doit être entendue comme incluant uniquement les huiles usagées qui proviennent de l'utilisation des huiles de lubrification. Les huiles à retraiter, récupérées dans les systèmes de vidange, les raffineries, les sites de stockage des combustibles, etc. sont un autre type d'huiles usagées. Elles peuvent aboutir dans des systèmes de collecte d'huiles usagées où elles peuvent faire diminuer la valeur des huiles usagées. Les filtres à huile et les filtres de carburateur contiennent environ 30 % d'hydrocarbures.

Les huiles usagées peuvent être classées selon les considérations du marché, comme suit :

- huiles moteur (huiles noires) : elles représentent plus de 70 % des huiles usagées. La plus grande source potentielle d'huile usagée provient de l'utilisation des véhicules, en particulier des huiles moteur.
- huiles noires industrielles : elles représentent environ 5 % des huiles usagées
- huiles industrielles légères : elles représentent environ 25 % des huiles usagées. Elles sont relativement propres et leur valeur sur le marché est très élevée. Leur marché est très spécifique et indépendant des filières d'alimentation classiques propres à la régénération.

La composition des huiles usagées devient de plus en plus complexe en raison de différents facteurs :

- l'augmentation de l'utilisation des dispersants ainsi que des esters et des polyalphaoléfinés, par exemple pour augmenter la durée de vie de l'huile. Toutefois, en conséquence, les huiles usagées obtenues deviennent plus complexes et plus sales au fil du temps
- le glissement progressif des lubrifiants automobiles à base minérale classique au profit des produits « synthétiques » qui ont amplifié les caractéristiques de performance. Tandis que certains de ces produits synthétiques peuvent être régénérés avec les huiles minérales, d'autres (ceux à base d'esters par exemple) sont moins bien adaptés à la régénération parce qu'ils tendent à être moins stables en présence de produits caustiques (souvent utilisés par les procédés de régénération) et moins stables pour l'étape d'hydrofinissage.

Une faible proportion d'huile de base (moins de 2 % de la consommation totale) est d'origine agricole, et est produite à partir de tournesol ou de colza. Ces biolubrifiants sont utilisés dans des applications où leurs caractéristiques constituent un réel avantage, en particulier :

- leur bonne biodégradabilité. Il s'agit d'un facteur important lorsqu'il existe un risque de perte de lubrifiant dans les milieux environnementaux, par exemple dans le sol et dans l'eau, en cours d'utilisation (coupe de bois avec des scies à moteur, bateau, huiles de coupe, etc.)
- leur indice de viscosité élevé et leur faible volatilité par exemple.

Il n'existe aucun élément d'information sur ce que sont devenues 1,1 million de tonnes d'huiles usagées générées en Europe en 1993. Cette quantité représente approximativement 20 % du marché total des huiles de lubrification vierges. La figure 8.1 ci-après montre que la quantité d'huiles usagées régénérées dans l'Union européenne a augmenté de ~ 50 %. En 1995, la

Commission de l'industrie australienne [13, Marshall et al., 1999] a estimé que sur le total des huiles usagées totales disponibles dans le monde, 44 % seulement étaient collectées.

	4995 kt en 1999		
<b>Huiles moteur</b>	<b>42 %</b>		
<b>Huiles d'engrenage et de transmission</b>	<b>23 %</b>		
<b>Huiles de traitement</b>	<b>14 %</b>	<b>Huiles noires (moteur)</b>	<b>65 %</b>
<b>Autres huiles</b>	<b>8 %</b>		
<b>Huiles du travail des métaux</b>	<b>7 %</b>	<b>Huiles industrielles légères</b>	<b>25 %</b>
<b>Huiles hautement raffinées</b>	<b>3 %</b>		
<b>Graisses</b>	<b>3 %</b>	<b>Huiles industrielles noires</b>	<b>10 %</b>
<b>Consommation des huiles de base</b>		<b>Huiles usagées</b>	

**Figure 8.1 : Consommation d'huiles de base et génération d'huiles usagées dans l'Union européenne**  
[7, Monier et Labouze, 2001]

Des informations supplémentaires sur les quantités collectées dans chaque Etat membre et sur les questions ayant trait au marché des huiles usagées sont disponibles dans [7, Monier et Labouze, 2001]. Des informations supplémentaires sur la typologie des lubrifiants et les différents types d'huile usagée sont apportées ci-après.

#### **Lubrifiants et huiles usagées**

Le tableau 8.25 présente dans le détail :

- la typologie des lubrifiants et leur consommation selon cette typologie
- le rapport moyen à prendre en considération par catégorie de lubrifiant pour évaluer les huiles usagées générées pendant leur utilisation
- le type d'huile usagée, à savoir huiles noires (provenant des moteurs ou de l'industrie) ou huiles légères, générées dans chaque cas.

<i>Consommation de lubrifiants</i>					<i>Huiles usagées</i>		
Catégorie	Application	Utilisation	Consommation européenne 1999 (kt)	Consommation en %	Rapport (huile consommée /huile usagée générée)	Huiles usagées 1999 (kt)	Type d'huiles usagées
Huiles moteur	Huiles moteur destinées aux voitures particulières	Réduire le frottement entre les pièces en mouvement d'un moteur	2 098	42 %	59 %	1 238	Huiles noires
	Huiles de premier remplissage pour voitures particulières						
	Huiles moteur destinées aux véhicules commerciaux						
	Huiles de premier remplissage pour véhicules industriels						
	Huiles diesel polyvalentes						
	Huiles moteur 2-temps						
	Autres huiles moteur						
Huiles pour engrenages & transmissions	Huiles de transmission automatique	Empêcher l'usure des engrenages et des paliers. Empêcher aussi l'oxydation et la corrosion	1 149	23 %	24 %	276	Huiles noires
	Huiles pour engrenages automobiles						
	Huiles pour engrenages industriels						
	Liquides pour transmissions hydrauliques						
	Huiles pour amortisseurs						
Graisses	Graisses automobiles	Réduire le frottement entre les pièces en mouvement d'un moteur	150	3 %	27 %	40	Huiles noires
	Graisses industrielles						
Huiles pour le travail des métaux	Huiles de refroidissement	Refroidir et lubrifier les pièces à usiner en métal ainsi que les outils employés dans le	350	7 %	0 %	0	Perte
	Huiles minérales pures pour le travail des métaux						
	Huiles solubles pour le travail des métaux						



	Produits anti-rouilles	travail des métaux					
Huiles hautement raffinées	Huiles pour turbines		150	3 %	48 %	72	Huiles légères
	Huiles isolantes						
Autres huiles	Huiles pour compresseurs	Empêcher l'usure des engrenages et des paliers. Empêcher aussi l'oxydation et la corrosion	400	8 %	61 %	244	Huiles noires
	Lubrifiants pour machines en général						
	Autres huiles destinées à des emplois autres que la lubrification						
Huiles de traitement	Huiles de procédés		699	14 %	77 %	538	Huiles noires
	Huiles blanches techniques						
	Huiles blanches médicales						
TOTAL			4 996	100 %	50 % en moyenne	2 408	

**Tableau 8.25 : Huiles usagées pouvant être collectées dans l'Union européenne**  
[7, Monier et Labouze, 2001]

Utilisation finale	Ventes 1992 (tonnes)	% récupérable	Pouvant être collectées (tonnes)
Moteurs à essence et diesel	24 948	65	162167
Moteurs agricoles	15 000	65	9750
Autres moteurs	7 288	0	0
Moteurs marins	37 728	25	9432
Moteurs aviation et turbine	2 214	50	1107
Total des huiles moteur	311 718		182 456
Liquides hydrauliques et huiles pour transmissions	96 352	80	77 082
Autres huiles pour engrenages	53 815	80	43 052
Total des huiles pour engrenages / transmissions	150 167		120 134
Total des graisses	11 815		1 177
Total des huiles pour travail des métaux	35 548		7 110
Huiles à turbine et huiles isolantes	27 070	95	25 717
Lubrifiants pour machine en général	15 219	50	7 610
Huiles industrielles non lubrifiantes	11 792	10	1 179
Autres huiles industrielles	10 939	20	2 188
Total des autres huiles	65 020		36 693
Total des huiles de traitement	129 908		0
Livraisons pour assemblage	86 151	50	43 075
<b>Total de tous les lubrifiants</b>	<b>790 327</b>	<b>(49,4)</b>	<b>390 646</b>

<sup>1</sup> Estimations d'après l'étude CONCAWE WQ/STF-26

**Tableau 8.26 : Estimations des huiles usagées pouvant être collectées au Royaume-Uni (tonnes)**  
[7, Monier et Labouze, 2001]

### 8.3.9 Solvants usagés

Dans ce document, l'expression « solvant usagé » doit être entendue comme incluant tous les déchets issus de substances organiques utilisées comme solvants, y compris également ceux utilisés dans les procédés chimiques organiques, ceux provenant de la fabrication, formulation, approvisionnement et ceux utilisés dans les revêtements (peintures, vernis et émail vitrifié), les adhésifs, les mastics et les encres d'imprimerie.

Pays	Production annuelle (kt/an)	Solvants traités (kt/an)
ES		27
FR	800	90,7
IT	58	3

**Tableau 8.27 : Production de solvants et traitement des solvants usagés**  
[40, Militon et Becaude, 1998], [95, RAC/CP, 2003]

### 8.3.10 Matières plastiques usagées

Les matières plastiques sont essentiellement des polymères organiques avec différentes compositions. Les polymères types sont le polystyrène (PS), le polyéthylène téréphthalate (PET), le polypropylène (PP), le polyuréthane (PU), le polyacrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), le polycarbonate (PC), le polyamide (PA), le polybutylène, le téréphthalate (PBT), le polyéthylène (PE), le chlorure de polyvinyle (PVC), etc. Les matières plastiques peuvent se différencier selon leur type d'utilisation comme indiqué ci-dessous :

Secteurs	Polymères contenus dans les déchets des plastiques
Emballage et conditionnement	PE, PP, PS, PET, etc.
Automobile	PP, PU, ABS, etc.
Electrique	PS, ABS, PP, etc.
Electronique	PC, PA, PBT, etc.

Bâtiment + Construction	Mousses : PU, PS expansé, Mélange de PS, etc. Tuyauteries : PE, PVC, etc.
Agricole (films)	PE

**Tableau 8.28 : Matières plastiques usagées**  
[58, CEFIC, 2002], [150, TWG, 2004]

Les conditions requises pour chaque type d'emploi diffèrent fortement et le choix du plastique est effectué par l'utilisateur, généralement un producteur en aval, sur un rapport coût/performance. Le tableau 8.29 montre quelques exemples de métaux présents dans les matières plastiques.

Métal	Utilisation	Commentaire
Pb	Stabilisateur de PVC	Environ 0,7 à 2 % de Pb servant de stabilisateur dans de nombreux types de PVC rigides destinés à une utilisation extérieure
	Pigment dans les matières plastiques	Le chromate de plomb pour les colorations en jaune et rouge contient 64 % de plomb
Cd	Stabilisateurs (par exemple PVC)	D'environ 0,2 % à 0,5 % maximum de cadmium utilisé comme stabilisateur dans les PVC rigides pour des applications extérieures (profils de fenêtre, bardages).
	Pigment	
Cr (Cr (III) et Cr (VI))	Couleurs et pigments	

**Table 8.29 : Métaux contenus dans les matières plastiques**  
[113, COWI A/S, 2002], [150, TWG, 2004]

### 8.3.11 Bois contaminé

Le bois contaminé provient des poteaux électriques et téléphoniques, des piquets de clôture, des traverses de chemins de fer et de tous les bois traités pour une utilisation extérieure. Ces bois sont généralement traités et certains des produits de traitement contiennent parfois des métaux. Les traitements appliqués aux bois sont à base de créosote et de pentachlorophénol, de sels métalliques, de sulfate de cuivre, un traitement au CFK (Cu, F, Cr), un traitement au CCB (Cu, Cr, B) ou un traitement au CCA (Cu, Cr, As).

Le tableau 8.30 présente quelques données sur la quantité de ce type de déchets générés dans un Etat membre (France).

Type de bois contaminé	Quantité de déchets générés par an	
	(m <sup>3</sup> /an)	(t/an)
Bois traité à la créosote	150 000	75 000
Bois traité au CCA (Cuivre, Chrome, Arsenic)	80 000	40 000

**Tableau 8.30 : Quantité de bois contaminés produits**  
[40, Militon et Becaud, 1998]

### 8.3.12 Déchets cyanurés

Les déchets cyanurés proviennent généralement de solutions qui ont été utilisées pour diverses opérations dans l'industrie des métaux et de la galvanoplastie, telles que des solutions de nettoyage, de déternissage, pour impression et de dépôt électrolytique. En règle générale, les déchets sont constitués par des sels de cyanure liquides ou solides. Les déchets cyanurés proviennent également des solides fusionnés à l'intérieur d'un conteneur ou sous forme de blocs lorsque des sels en fusion ont été utilisés à des fins de traitement thermique.

Le volume des déchets cyanurés produits a considérablement diminué ces dernières années, principalement en raison du remplacement des nettoyeurs à base de cyanure par des agents tensio-actifs et de l'emploi de solutions d'électrodéposition à base de pyrophosphate de cuivre à la place du cyanure de cuivre.

### 8.3.13 Autres déchets inorganiques

Les déchets contenant de l'argent proviennent essentiellement du développement des films, et aussi, à un moindre degré, du secteur « custom » et du secteur dentaire, qui produisent aussi des déchets contaminés par du mercure.

### 8.3.14 Déchets céramiques réfractaires

Le niveau de contamination des céramiques réfractaires dépend de leur utilisation. Par exemple, il est connu que les céramiques utilisées dans la combustion des combustibles lourds contiennent du cadmium, du vanadium, du nickel et du soufre et que le soufre est courant dans les céramiques réfractaires utilisées en pétrochimie. La quantité de déchets générés par an en France est de 200 kt [40, Militon et Becaud, 1998].

### 8.3.15 Déchets dangereux provenant du secteur de la construction et de la démolition

Le tableau 8.31 présente la quantité de déchets dangereux produits par le secteur de la construction et de la démolition dans certains pays européens

Régions	Quantité (kt)
AU	8,4
DE	490,0
DK	8,4
EL	0,9*
ES (Région de Catalogne)	185,5
IE	159,0
Données de 1996 sauf pour celles de DE qui correspondent à 1993	
* Les données se rapportent uniquement à l'amiante.	

**Table 8.31 : Quantité de déchets dangereux générés par les secteurs de la construction et de la démolition dans certains pays européens**  
[92, EEA, 2002], [95, RAC/CP, 2003]

### 8.3.16 Déchets contaminés par les PCB

Les transformateurs électriques, les condensateurs, les huiles de transformateur et les huiles usagées (les huiles usagées contaminées avec plus de 50 ppm de PCB sont considérées par la législation européenne comme étant des déchets spéciaux qui ne peuvent être traités de la même manière que les huiles usagées) sont quelques uns des types de déchets contaminés par les PCB. Certaines matières courantes peuvent aussi être polluées par les PCB (sols, matériaux de construction, vêtements et chiffons usagés, autres débris, etc.) Leur décontamination s'effectue généralement par un traitement avec un solvant, et le mélange obtenu, à savoir solvant et PCB, peut ensuite être traité.

Les utilisations des PCB peuvent être classés en trois catégories :

#### Applications en vase clos

Comme leur nom l'indique, les utilisations en vase clos sont celles dans lesquelles les PCB sont contenus dans une enceinte dont ils ne peuvent s'échapper pendant une utilisation normale. Les principaux exemples sont les transformateurs et les condensateurs, qui sont des parties des équipements électriques fermés hermétiquement. Sauf accidents (feu, détérioration mécanique,

etc.), les PCB vont rester dans un environnement sûr, au moins pendant toute la durée de vie en fonctionnement de l'équipement dans lequel ils sont renfermés.

**Applications partiellement closes**

Dans celles-ci, une huile contenant des PCB est utilisée comme fluide, lequel est appelé à se déplacer en cours d'utilisation, par exemple en tant que fluide de transfert de chaleur ou en tant que fluide hydraulique, dans les pompes ou dans les commutateurs. Ce déplacement implique la présence d'articulations et de joints dans les équipements, et donne la possibilité que ces éléments des équipements puissent libérer de petites quantités de fluide en fonctionnement normal.

### **Applications ouvertes**

Dans les applications ouvertes, les PCB sont généralement incorporés dans une formulation, habituellement en petites quantités ou en très petites quantités. De tels produits peuvent être des lubrifiants, des adhésifs, des peintures, des encres, etc. Les PCB peuvent être très dispersés en fonction de chaque application, et il est virtuellement impossible de les détruire. La solution à ce problème peut être trouvée un peu plus en aval, c'est-à-dire consiste à interdire l'incorporation des PCB dans de tels produits ; une telle mesure est déjà en vigueur dans certains pays, même si de nombreux produits manufacturés avant sa mise en application sont toujours utilisés.

Ce classement est utile car il indique dans quelle mesure il existe un risque de rejet de PCB, intentionnellement ou non, et d'être ainsi confronté à un problème de contamination par les PCB.

## 8.4 Annexe IV. Systèmes d'assurance qualité pour les combustibles solides de récupération (SRF)

[126, Pretz et al., 2003]

Il y a plusieurs initiatives pour caractériser et mettre en place des systèmes d'assurance qualité pour des combustibles solides issus des déchets (par ex. : combustibles solides de récupération (SRF)). Elles peuvent se diviser en initiatives se situant soit à un large niveau européen, soit à un niveau national. Certaines d'entre elles ont été décrites dans la section 3.5.4.4 du présent document.

### Systèmes d'assurance qualité

Une partie de la description de la meilleure technique disponible concerne les aspects logistiques du traitement des combustibles solides de récupération (SRF). En choisissant et en utilisant des déchets spécifiques, les producteurs de combustibles solides de récupération (SRF) mettent eux-mêmes en place un type d'assurance qualité. Des systèmes d'assurance qualité existent déjà et de nouvelles réglementations sont en cours d'élaboration. Dans le passé les combustibles solides de récupération (SRF) étaient essentiellement produits à partir de déchets constituant des lots homogènes (mono-lots), qui étaient plus faciles à traiter en raison de leurs qualités constantes. Actuellement, des fractions très calorifiques des déchets solides municipaux ainsi que d'autres déchets mixtes sont également utilisés dans la production des combustibles solides de récupération (SRF), et de ce fait il devient plus urgent de disposer d'un système d'assurance qualité. L'objectif d'un système d'assurance qualité pour les combustibles solides de récupération (SRF) est d'obtenir et de garantir un niveau de qualité constant pour améliorer l'acceptation des combustibles solides de récupération (SRF) par les utilisateurs finaux et par les autorités délivrant des autorisations d'utilisation. Les exigences concernent principalement la qualité du produit. Les paragraphes ci-après présentent les résultats d'une évaluation portant sur les systèmes d'assurance qualité existants et sur les développements en cours.

### RAL

Au début de 1999, en Allemagne, la Bundesgütegemeinschaft für Sekundärbrennstoffe e.V. (BGS e.V.) a lancé le label de qualité GZ 724. Ce label est décerné à des producteurs de combustibles solides de récupération (SRF) qui satisfont à certaines exigences de qualité et de constance dans la qualité. Les normes appliquées à l'origine se référaient à l'industrie du ciment et aux centrales électriques, pour lesquelles les combustibles solides de récupération (SRF) doivent maintenant satisfaire aux critères énoncés dans les annexes 1 et 2 du GZ 724. L'annexe 1 contient la liste de tous les déchets de base, autorisés, susceptibles d'être utilisés pour les combustibles solides de récupération (SRF). L'annexe 2 fournit des valeurs à respecter. Ces valeurs sont présentées dans le tableau 8.32. Les contrôles s'effectuent en deux phases dans le cadre des procédures d'approbation ainsi que dans le cadre des procédures de supervision.

#### Phase 1 :

Trois échantillons prélevés par un superviseur indépendant et sept échantillons pris dans un groupe d'échantillons issus du dispositif d'auto-surveillance interne sont analysés conformément à certaines normes. Pour la teneur en métaux lourds :

- la valeur médiane des dix échantillons ne doit pas dépasser les valeurs médianes autorisées, indiquées dans le tableau 8.32
- Huit échantillons sur dix ne doivent pas dépasser les valeurs du « 80<sup>ème</sup> percentile » du tableau 8.32 (Application de la « règle des 4 sur 5 »).

#### Phase 2 :

Si dans la phase 1, la valeur médiane ou le résultat de la « règle des 4 sur 5 » ne sont pas conformes, dix échantillons supplémentaires sont prélevés, dans le groupe d'échantillons issus de l'auto-surveillance et examinés par rapport au(x) paramètre(s) non-conformes. L'analyse est effectuée selon les mêmes procédures que pour le niveau 1 :

- les valeurs médianes des 20 échantillons ne doivent pas dépasser les valeurs médianes autorisées du tableau 8.32 et



- 16 des 20 échantillons ne doivent pas dépasser les valeurs du « 80<sup>ème</sup> percentile », indiquées dans le tableau 8.32 (Application de la « règle des 4 sur 5 »).

D'autres paramètres doivent être consignés, notamment : le pouvoir calorifique, l'humidité, la teneur en cendres et la teneur en chlore.

Ces valeurs ne doivent pas être considérées comme des seuils stricts. Les conditions sont respectées si quatre des cinq valeurs aberrantes restent inférieures au 80<sup>ème</sup> percentile. Les analyses de déchets comportent souvent des valeurs aberrantes et cette règle est spécifique à la nature des déchets. La valeur de référence utilisée est la médiane en raison des concentrations à l'évidence faibles dans les analyses de déchets et de l'environnement. Les teneurs en métaux lourds sont établies conformément aux méthodes d'essai DIN ou DIN EN ISO. Le procédé de digestion est effectué avec de l'eau régale dans un système micro-onde fermé.

	Teneur en métaux lourds <sup>4)</sup>			
	Valeur médiane (mg/kg de matières sèches)		80 <sup>ème</sup> percentile (mg/kg de matières sèches)	
Cadmium	4		9	
Mercure	0,6		1.2	
Thallium	1		2	
Arsenic	5		13	
Cobalt	6		12	
Nickel	25 <sup>1)</sup>	80 <sup>2)</sup>	50 <sup>1)</sup>	160 <sup>2)</sup>
Sélénium	3		5	
Tellure	3		5	
Antimoine	25		60	
Plomb	70 <sup>1)</sup>	190 <sup>2)</sup>	200 <sup>1)</sup>	- <sup>3)</sup>
Chrome	40 <sup>1)</sup>	125 <sup>2)</sup>	120 <sup>1)</sup>	250 <sup>2)</sup>
Cuivre	120 <sup>1)</sup>	350 <sup>2)</sup>	- <sup>3)</sup> - <sup>3)</sup>	
Manganèse	50 <sup>1)</sup>	250 <sup>2)</sup>	100 <sup>1)</sup>	500 <sup>2)</sup>
Vanadium	10		25	
Etain	30		70	
Béryllium	0,5		2	
1) Pour les combustibles solides de récupération issus de déchets de production spécifiques 2) Pour les combustibles solides de récupération issus des fractions calorifiques élevées des déchets municipaux 3) Sous réserve, dans l'attente d'une base de données fiable provenant du traitement des combustibles 4) Les teneurs en métaux lourds mentionnées sont valables jusqu'à un pouvoir calorifique NCV <sub>DM</sub> ≥ 16 MJ/kg pour les fractions calorifiques élevées provenant de déchets municipaux et jusqu'à un pouvoir calorifique NCV <sub>DM</sub> ≥ 20 MJ/kg pour les déchets de production spécifiques. Pour des pouvoirs calorifiques plus faibles, les valeurs mentionnées doivent être réduites en conséquence, un accroissement de ces valeurs n'est pas autorisé.				

**Tableau 8.32 : Teneurs en métaux lourds à respecter conformément à BGS [126, Pretz et al., 2003]**

En outre, le BGS e.V. exige une procédure d'approbation (première inspection) et une procédure de surveillance, qui incorpore une auto-surveillance interne et une supervision indépendante. Une ré-inspection est également prévue. En outre, l'annexe 2 du GZ 724 définit les procédures d'échantillonnage prenant en compte toutes les analyses et tous les règlements.

#### *Procédure d'agrément (première inspection)*

Pour obtenir le label de qualité, le postulant doit satisfaire à une procédure d'approbation. Cette première inspection est conduite par un organisme de contrôle indépendant qui évalue les techniques employées ainsi que le personnel et les installations. Les combustibles solides de récupération (SRF) doivent satisfaire aux exigences réglementaires de l'annexe 2. En outre, le postulant doit confirmer sa bonne pratique, son niveau d'expertise, sa fiabilité et produire une autorisation officielle d'exploitation de l'installation. En outre, il doit démontrer qu'il est capable de mettre en œuvre un système d'auto-surveillance interne en continu. Des parties de cette auto-surveillance peuvent être sous-traitées à un organisme d'inspection neutre dans le cadre d'un arrangement avec le BGS e.V., mais cet organisme ne sera pas habilité alors pour mener par ailleurs la supervision indépendante.

*Auto-surveillance interne*

L'auto-surveillance concerne le contrôle du procédé de production et est conduite par l'entreprise elle-même ou sous-traitée à l'extérieur comme expliqué ci-dessus. Les matières en entrée doivent être décrites en utilisant un bilan de masse conformément au code du catalogue des déchets européens (CEL, EWL), par exemple, en répertoriant aussi les masses, les origines, les paramètres physico-chimiques et les sorties sous forme de combustibles solides de récupération (SRF) produits. Les combustibles solides de récupération (SRF) produits doivent être approuvés comme étant en conformité avec les exigences de l'annexe 2.

*Supervision indépendante*

La supervision indépendante est conduite par un organisme d'inspection spécialisé qui est désigné par le BGS e.V. Celui-ci contrôle la qualité des combustibles solides de récupération (SRF) produits et vérifie si la documentation relative à l'auto-surveillance interne est complète et raisonnable. Il s'assure également que la situation du personnel est celle approuvée par la procédure d'agrément. La fréquence des contrôles dépend de la production annuelle de combustibles solides de récupération (SRF)

*Ré-inspection*

Une ré-inspection est effectuée dans un délai de quatre semaines si des défauts dans l'assurance qualité ont été détectés à l'occasion du contrôle indépendant. Si ce deuxième contrôle est négatif, l'entreprise est réputée avoir échoué au contrôle indépendant dans son ensemble. Les actions qui s'avèreront alors nécessaires sont couchées dans les instructions pour l'attribution et l'utilisation du label de qualité du BGS e.V.

Le BGS e.V. peut infliger des pénalités en fonction de l'irrégularité constatée. Il peut s'agir d'un avertissement ou même du retrait de l'autorisation d'utiliser le label.

**SFS 5875**

Le système d'élimination des déchets finlandais repose sur une collecte séparée des déchets destinés au recyclage et à la production des combustibles solides de récupération (SRF). Différents déchets solides sont utilisés dans les chaudières finlandaises aux normes techniques très élevées, ce qui garantit ainsi une production énergétique très efficace associée à de faibles niveaux d'émission. L'utilisation des combustibles solides de récupération (SRF) dans les chaudières poly-combustibles finnoises est considérée comme « très appropriée ». Les réglementations concernent les fractions très calorifiques de solides secs collectés séparément, ou des fractions très calorifiques, sèches dérivées des ordures ménagères. La réglementation définit des opérations et exige un contrôle de la production des combustibles solides de récupération (SRF). Elle fait référence à toute la chaîne de gestion des déchets depuis la récupération des déchets papier jusqu'à l'élimination. Pour chaque partie de la chaîne d'élimination, la norme exige qu'une personne soit désignée afin d'assumer la responsabilité de la surveillance du respect des exigences techniques et en matière de qualité.

Comme c'est le cas pour la norme BGS e.V., les annexes de la norme finlandaise définissent des exigences pratiques en ce qui concerne les valeurs de seuil pour les métaux lourds, ainsi que pour le cadre général des analyses, de l'échantillonnage, etc. Les valeurs de seuils doivent être fixées et respectées tout comme la réglementation concernant les contrats.

*Opération de supervision*

La conformité aux normes doit être garantie contractuellement et par des spécifications de livraison stipulées entre les groupes respectifs à l'intérieur de la chaîne d'élimination. Les réglementations concernant l'auto-surveillance interne, la supervision indépendante ou les procédures d'approbation ne sont pas redéfinies dans cette norme. C'est pourquoi, il y a lieu de suivre les réglementations de l'organisme de normalisation.

*Exigences et classes de qualité*

En comparaison avec la norme de la BGS e.V., la norme finlandaise comprend trois classes de qualité. Pour catégoriser les combustibles solides de récupération (SRF) en Finlande, sept

éléments sont analysés. Des valeurs limites pour les métaux lourds sont fixées s'agissant du cadmium et du mercure. En outre, le classement l'une ou l'autre catégorie nécessite une analyse des teneurs en chlore, en soufre, en azote, en potassium et en sodium. Le tableau 8.33 présente les critères régissant le classement en classes de qualité. L'aluminium métallique n'est pas admis en classe de qualité I (1) mais est accepté au regard de la précision des limites (deuxième décimale).

La teneur en aluminium métallique des combustibles solides de récupération (SRF) de classe de qualité II (2) est déjà réduite par le tri et les étapes de traitement ultérieures. Pour les combustibles solides de récupération (SRF) de la classe de qualité III (3) il est nécessaire de satisfaire séparément à la teneur en aluminium métallique. Les seuils indiqués font référence à un volume de combustibles solides de récupération (SRF)  $\leq 1\,000\text{ m}^3$  ou au volume qui est produit ou livré en un mois.

Paramètre	Unité	Classes de qualité		
		I	II	III
Chlore	% en poids	<0,15	<0,5	<1,5
Soufre	% en poids	<0,2	<0,3	<0,5
Azote	% en poids	<1,0	<1,5	<2,5
Potassium et de sodium	% en poids	<0,2	<0,4	<0,5
Aluminium (métallique)	% en poids	- <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	- <sup>3)</sup>
Mercure	mg/kg	<0,1	<0,2	<0,5
Cadmium	mg/kg	<1,0	<4,0	<5,0
<sup>1)</sup> L'aluminium métallique n'est pas autorisé, mais il est accepté dans les limites de la précision annoncée <sup>2)</sup> L'aluminium métallique est minimisé par un tri à la source et par le procédé de production de combustible. <sup>3)</sup> La teneur en aluminium métallique est approuvée séparément.				

**Tableau 8.33 : Classes de qualité selon SFS 5875/13/ [126, Pretz et al., 2003]**

En principe, la qualité du SFR est spécifiée au moyen du tableau 8.33 ci-dessus. Une deuxième possibilité de présentation des caractéristiques des combustibles solides de récupération (SRF) consiste à établir cette dernière sur la teneur et le nombre de paramètres considérés. Le nombre de paramètres pourrait rendre nécessaire l'extension aux classes de qualité définies, de nouveaux seuils et de nouvelles caractéristiques. En ce qui concerne l'analyse des paramètres physico-chimiques, les normes ISO respectives s'appliquent.

### CEN/BT/TF 118

Le groupe de travail 118 du Comité européen de normalisation (CEN Task Force 118) « Combustibles solides issus des déchets » a été constitué en avril 2000. Il a été mis sur pied pour préparer un rapport technique sur la production et l'utilisation de combustibles solides de récupération (SRF) dans l'Union européenne, ainsi que pour mettre au point un programme de travail pouvant servir de point de départ pour une future norme européenne. Le modèle de classement européen sera fondé sur les caractéristiques des combustibles solides de récupération (SRF), les matières sources et l'origine.

D'après la conclusion du rapport, il est effectivement nécessaire de mettre au point une norme européenne. Le Comité européen de normalisation (CEN) a été mandaté pour élaborer, à titre de première étape, un jeu de spécifications techniques concernant l'utilisation des SFR afin de récupérer de l'énergie dans les usines d'incinération ou de co-incinération. Dans un deuxième temps, le Comité européen de normalisation (CEN) a été mandaté pour transformer ce jeu de spécifications en normes européennes.

### ÖG SET

Dans le cadre d'un projet conjoint de la « Communauté de la qualité autrichienne pour les sources d'énergie secondaires » (Österreichische Gütegemeinschaft für Sekundärenergieträger, ÖG SET), un concept d'assurance qualité a été mis au point. Les travaux ont commencé en mai

2001 et se sont terminés en mai 2003. Les résultats devraient servir de base pour un label identique à celui produit par la BGS e.V.

### Autres

Des systèmes d'assurance qualité internes existent déjà, par exemple le système d'assurance qualité maison utilisé par Trienekens AG à laquelle a succédé RWE Umwelt AG. Le tableau 8.34 présente une vue d'ensemble de ce système.

Étapes du procédé	Mesures	Mesures supplémentaires
Origine (producteur de déchets, centre de tri, traitement biomécanique)	Collecte des déchets, en évitant les impuretés ; accords contractuels sur les qualités de déchets autorisées, analyse en vue de la déclaration, descriptifs des déchets éliminés	Séances de formation pour les producteurs de déchets, contrôles périodiques de la société productrice de déchets par l'entreprise chargée de l'enlèvement
Usine de traitement (entrée)	Echantillonnage et analyse (réguliers), échantillons témoins, descriptifs des quantités en entrée et des quantités traitées	Echantillonnage régulier et analyses des matières en sortie par un expert officiel externe
Usine de traitement (sortie)	Echantillonnage et analyse réguliers, échantillons témoins, descriptifs des quantités en sortie	
Cimenteries et fours à chaux, centrales électriques	Echantillonnage et analyse réguliers, échantillons témoins, descriptifs des quantités en entrée	

**Tableau 8.34 : Système d'assurance qualité de RWE Umwelt AG**  
[126, Pretz et al., 2003]

### Comparaison entre systèmes d'assurance qualité

La réglementation de la German Bundesgütegemeinschaft für Sekundärbrennstoffe e.V. devrait compléter les systèmes d'assurance qualité internes. Les dispositions conformes au RAL-GZ 724 constituent un complément à la norme ISO 9000 et sont spécifiques aux combustibles solides de récupération (SRF). La réglementation finlandaise vise à incorporer des systèmes existants, en ouvrant la possibilité d'accords entre producteurs et consommateurs en ce qui concerne la qualité des combustibles solides de récupération (SRF). La BGS e.V. définit actuellement deux classes, alors que le système finlandais comporte trois classes de qualité différentes. Pour la nouvelle réglementation de l'Union européenne, il a d'ores et déjà été décidé que les classes de qualité seront élargies. Il peut en résulter un système de classement tel que celui présenté dans le tableau 8.35, avec des paramètres supplémentaires pour la technologie des combustibles et l'ingénierie des procédés.

Paramètres	Unités	Codification des colonnes				
		A	B	C	....	X
NCV	MJ/kg					
H <sub>2</sub> O	% o.s.					
Chlore	% o.s.					
Cendre	% o.s.					
Hg	mg/MJ					
Cd	mg/MJ					
Somme de As, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V	mg/MJ					
Part biogénique	% o.s.					

**Tableau 8.35 : Système de classification**  
[126, Pretz et al., 2003]

La norme BGS e.V. exige une indication concernant la teneur en chlore tandis que la norme finlandaise fixe un seuil pour chaque classe de qualité.

Dans la pratique, l'application de la norme finlandaise semble être moins étendue que celle du label qualité allemand GZ 724. Pour la norme finlandaise, l'approche est très différente comparée à celle du label allemand. Le système allemand est fondé sur une base de données très étendue et prend en compte la totalité de la chaîne de traitement. La norme finlandaise se limite à réglementer des fractions fortement caloriques provenant de déchets collectés séparément (collecte sélective) et définit des procédures et des exigences pour contrôler la qualité des combustibles solides de récupération (SRF).

