

## II

(Actes non législatifs)

## DÉCISIONS

## DÉCISION D'EXÉCUTION DE LA COMMISSION

du 28 février 2012

**établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour la fabrication du verre, au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles**

[notifiée sous le numéro C(2012) 865]

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

(2012/134/UE)

LA COMMISSION EUROPÉENNE,

vu le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne,

vu la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) <sup>(1)</sup> et notamment son article 13, paragraphe 5,

considérant ce qui suit:

- (1) En vertu de l'article 13, paragraphe 1, de la directive 2010/75/UE, la Commission est tenue d'organiser un échange d'informations concernant les émissions industrielles avec les États membres, les secteurs industriels concernés et les organisations non gouvernementales œuvrant pour la protection de l'environnement, afin de faciliter l'établissement des documents de référence sur les meilleures techniques disponibles (MTD) au sens de l'article 3, point 11, de ladite directive.
- (2) Conformément à l'article 13, paragraphe 2, de la directive 2010/75/UE, l'échange d'informations porte sur les caractéristiques des installations et des techniques en ce qui concerne les émissions, exprimées en moyennes à court et long terme, le cas échéant, et les conditions de référence associées, la consommation de matières premières et la nature de celles-ci, la consommation d'eau, l'utilisation d'énergie et la production de déchets; il porte également sur les techniques utilisées, les mesures de surveillance associées, les effets multimilieux, la viabilité technique et économique et leur évolution, ainsi que sur les meilleures techniques disponibles et les techniques émergentes recensées après examen des aspects mentionnés à l'article 13, paragraphe 2, points a) et b), de ladite directive.
- (3) Les «conclusions sur les MTD» au sens de l'article 3, point 12, de la directive 2010/75/UE constituent l'élément

essentiel des documents de référence MTD; elles présentent les conclusions concernant les meilleures techniques disponibles, la description de ces techniques, les informations nécessaires pour évaluer leur applicabilité, les niveaux d'émission associés aux meilleures techniques disponibles, les mesures de surveillance associées, les niveaux de consommation associés et, s'il y a lieu, les mesures pertinentes de remise en état du site.

- (4) Conformément à l'article 14, paragraphe 3, de la directive 2010/75/UE, les conclusions sur les MTD servent de référence pour la fixation des conditions d'autorisation des installations relevant des dispositions du chapitre 2 de ladite directive.
- (5) L'article 15, paragraphe 3, de la directive 2010/75/UE stipule que l'autorité compétente fixe des valeurs limites d'émission garantissant que les émissions, dans des conditions d'exploitation normales, n'excèdent pas les niveaux d'émission associés aux meilleures techniques disponibles telles que décrites dans les décisions concernant les conclusions sur les MTD visées à l'article 13, paragraphe 5, de ladite directive.
- (6) L'article 15, paragraphe 4, de la directive 2010/75/UE prévoit des dérogations à l'obligation énoncée à l'article 15, paragraphe 3, uniquement lorsque les coûts liés à l'obtention des niveaux d'émission sont disproportionnés au regard des avantages pour l'environnement, en raison de l'implantation géographique de l'installation concernée, des conditions locales de l'environnement ou des caractéristiques techniques de l'installation.
- (7) L'article 16, paragraphe 1, de la directive 2010/75/UE prévoit que les exigences de surveillance spécifiées dans l'autorisation et visées à l'article 14, paragraphe 1, point c), de ladite directive sont basées sur les conclusions de la surveillance décrite dans les conclusions sur les MTD.

<sup>(1)</sup> JO L 334 du 17.12.2010, p. 17.

- (8) Conformément à l'article 21, paragraphe 3, de la directive 2010/75/UE, dans un délai de quatre ans à compter de la publication des décisions concernant les conclusions sur les MTD, l'autorité compétente réexamine et, si nécessaire, actualise toutes les conditions d'autorisation et veille à ce que l'installation respecte ces conditions.
- (9) La décision de la Commission du 16 mai 2011 instaurant un forum d'échange d'informations en application de l'article 13 de la directive 2010/75/UE relative aux émissions industrielles <sup>(1)</sup> a institué un forum composé de représentants des États membres, des secteurs industriels concernés et des organisations non gouvernementales œuvrant pour la protection de l'environnement.
- (10) En application de l'article 13, paragraphe 4, de la directive 2010/75/UE, la Commission a recueilli, le 13 septembre 2011, l'avis <sup>(2)</sup> de ce forum sur le contenu proposé du document de référence MTD pour la fabrication du verre et l'a publié.
- (11) Les mesures prévues à la présente décision sont conformes à l'avis du comité institué par l'article 75, paragraphe 1, de la directive 2010/75/UE,

A ADOPTÉ LA PRÉSENTE DÉCISION:

*Article premier*

Les conclusions sur les MTD pour la fabrication du verre figurent en annexe de la présente décision.

*Article 2*

Les États membres sont destinataires de la présente décision.

Fait à Bruxelles, le 28 février 2012.

*Par la Commission*

Janez POTOČNIK

*Membre de la Commission*

---

<sup>(1)</sup> JO C 146 du 17.5.2011, p. 3.

<sup>(2)</sup> [http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=/ied\\_art\\_13\\_forum/opinions\\_article](http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=/ied_art_13_forum/opinions_article)

## ANNEXE

## CONCLUSIONS SUR LES MTD POUR LA FABRICATION DU VERRE

CHAMP D'APPLICATION .....	6
DÉFINITIONS .....	6
GÉNÉRALITÉS .....	6
Périodes de calcul de la moyenne et conditions de référence pour les émissions atmosphériques .....	6
Conversion à la concentration d'oxygène de référence .....	7
Conversion des concentrations en émissions massiques spécifiques .....	8
Définitions de certains polluants atmosphériques .....	9
Périodes de calcul des moyennes pour les rejets d'eaux usées .....	9
1.1. Conclusions générales sur les MTD pour la fabrication du verre .....	9
1.1.1. Systèmes de management environnemental .....	9
1.1.2. Efficacité énergétique .....	10
1.1.3. Stockage et manutention des matières .....	11
1.1.4. Techniques primaires générales .....	12
1.1.5. Rejets dans l'eau des procédés de fabrication du verre .....	14
1.1.6. Déchets des procédés de fabrication du verre .....	16
1.1.7. Nuisances sonores des procédés de fabrication du verre .....	17
1.2. Conclusions sur les MTD pour le secteur du verre d'emballage .....	17
1.2.1. Poussières émises par les fours de fusion .....	17
1.2.2. Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	17
1.2.3. Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	20
1.2.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion .....	20
1.2.5. Métaux provenant des fours de fusions .....	21
1.2.6. Émissions des procédés en aval .....	21
1.3. Conclusions sur les MTD pour le secteur du verre plat .....	23
1.3.1. Poussières émises par les fours de fusion .....	23
1.3.2. Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	23
1.3.3. Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	25
1.3.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion .....	26
1.3.5. Métaux provenant des fours de fusion .....	26
1.3.6. Émissions des procédés en aval .....	27

1.4.	Conclusions sur les MTD pour le secteur des fibres de verre à filament continu .....	28
1.4.1.	Poussières émises par les fours de fusion .....	28
1.4.2.	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	29
1.4.3.	Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	29
1.4.4.	Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion .....	30
1.4.5.	Métaux provenant des fours de fusions .....	31
1.4.6.	Émissions des procédés en aval .....	31
1.5.	Conclusions sur les MTD pour le secteur de la verrerie domestique .....	32
1.5.1.	Poussières émises par les fours de fusion .....	32
1.5.2.	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	33
1.5.3.	Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	35
1.5.4.	Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion .....	35
1.5.5.	Métaux provenant des fours de fusion .....	36
1.5.6.	Émissions des procédés en aval .....	38
1.6.	Conclusions sur les MTD pour le secteur des verres spéciaux .....	39
1.6.1.	Poussières émises par les fours de fusion .....	39
1.6.2.	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	39
1.6.3.	Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	42
1.6.4.	Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion .....	42
1.6.5.	Métaux provenant des fours de fusion .....	43
1.6.6.	Émissions des procédés en aval .....	43
1.7.	Conclusions sur les MTD pour le secteur de la laine minérale .....	44
1.7.1.	Poussières émises par les fours de fusion .....	44
1.7.2.	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	45
1.7.3.	Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion .....	46
1.7.4.	Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion .....	47
1.7.5.	Sulfure d'hydrogène (H <sub>2</sub> S) émis par les fours de fusion utilisés pour la production de la laine de roche	48
1.7.6.	Métaux provenant des fours de fusions .....	48
1.7.7.	Émissions des procédés en aval .....	49
1.8.	Conclusions sur les MTD pour la fabrication de laines d'isolation haute température (LIHT) .....	50
1.8.1.	Émissions de poussières résultant de la fusion et des procédés en aval .....	50
1.8.2.	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion et les procédés en aval .....	51

1.8.3.	Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion et les procédés en aval . . . . .	52
1.8.4.	Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion . . . . .	52
1.8.5.	Métaux émis par les fours de fusion et les procédés en aval . . . . .	53
1.8.6.	Composés organiques volatils émis par les procédés en aval . . . . .	53
1.9.	Conclusions sur les MTD pour la production de frites . . . . .	54
1.9.1.	Poussières émises par les fours de fusion . . . . .	54
1.9.2.	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion . . . . .	54
1.9.3.	Oxydes de soufre (SO <sub>x</sub> ) émis par les fours de fusion . . . . .	55
1.9.4.	Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion . . . . .	56
1.9.5.	Métaux provenant des fours de fusions . . . . .	56
1.9.6.	Émissions des procédés en aval . . . . .	57
	Glossaire: . . . . .	58
1.10.	Description des techniques . . . . .	58
1.10.1.	Émissions de poussières . . . . .	58
1.10.2.	Émissions de NO <sub>x</sub> . . . . .	58
1.10.3.	Émissions de SO <sub>x</sub> . . . . .	60
1.10.4.	Émissions de HCl et de HF . . . . .	60
1.10.5.	Émissions de métaux . . . . .	60
1.10.6.	Émissions gazeuses mixtes (par ex., SO <sub>x</sub> , HCl, HF, composés de bore) . . . . .	61
1.10.7.	Émissions mixtes (solides + gazeuses) . . . . .	61
1.10.8.	Émissions résultant des opérations de découpe, de meulage et de polissage . . . . .	61
1.10.9.	Émissions de H <sub>2</sub> S et de COV . . . . .	62

## CHAMP D'APPLICATION

Les présentes conclusions sur les MTD concernent les activités industrielles spécifiées à l'annexe I de la directive 2010/75/CE, à savoir:

- 3.3. Fabrication du verre, y compris de fibres de verre, avec une capacité de fusion supérieure à 20 tonnes par jour
- 3.4. Fusion de matières minérales, y compris production de fibres minérales, avec une capacité de fusion supérieure à 20 tonnes par jour.

Les présentes conclusions sur les MTD ne concernent pas les activités suivantes:

- Production de verre soluble, couverte par le document de référence «Produits chimiques inorganiques en grand volume - solides et autres» (LVIC-S)
- Production de laine polycristalline
- Fabrication des miroirs, couverte par le document de référence «Traitement de surface par solvants organiques» (STS)

Les autres documents de référence pertinents pour les activités couvertes par les présentes conclusions sur les MTD sont les suivants:

Document de référence	Activité
Émissions dues au stockage (EFS)	Stockage et manutention des matières premières
Efficacité énergétique (ENE)	Efficacité énergétique en général
Aspects économiques et effets multimilieux (ECM)	Aspects économiques et effets multimilieux des techniques
Principes généraux de surveillance (MON)	Surveillance des émissions et de la consommation

Les techniques énumérées et décrites dans les présentes conclusions sur les MTD ne sont ni normatives ni exhaustives. D'autres techniques garantissant un niveau de protection de l'environnement au moins équivalent peuvent être utilisées.

## DÉFINITIONS

Aux fins des présentes conclusions sur les MTD, on retiendra les définitions suivantes:

Terme utilisé	Définition
Unité nouvelle	Une unité introduite sur le site de l'installation après la publication des présentes conclusions sur les MTD, ou le remplacement complet d'une unité sur les fondations existantes de l'installation après la publication des présentes conclusions sur les MTD.
Unité existante	Une unité qui n'est pas une unité nouvelle.
Nouveau four	Un four introduit sur le site de l'installation après la publication des présentes conclusions sur les MTD, ou la reconstruction complète d'un four après la publication des présentes conclusions sur les MTD.
Reconstruction normale d'un four	Une reconstruction entre deux campagnes, sans modification notable des caractéristiques ou de la technologie du four. L'armature du four n'est pas sensiblement modifiée et ses dimensions restent fondamentalement inchangées. Le matériau réfractaire du four et, si nécessaire, les régénérateurs, sont réparés par remplacement total ou partiel du matériau.
Reconstruction complète d'un four	Une reconstruction impliquant une modification importante des caractéristiques ou de la technologie du four, avec modification importante ou remplacement du four et des équipements associés.

## GÉNÉRALITÉS

**Périodes de calcul de la moyenne et conditions de référence pour les émissions atmosphériques**

Sauf indication contraire, les niveaux d'émission associés aux meilleures techniques disponibles (NEA-MTD) qui sont indiqués dans les présentes conclusions sur les MTD pour les émissions atmosphériques sont valables dans les conditions de référence précisées dans le tableau 1. Toutes les valeurs des concentrations dans les effluents gazeux se rapportent aux conditions standard, à savoir: gaz à l'état sec, température de 273,15 K, pression de 101,3 kPa.

Pour les mesures discontinues	Les NEA-MTD désignent la valeur moyenne de trois échantillons prélevés chacun sur une période d'au moins 30 minutes; pour les fours à régénérateurs, la période de mesure doit comprendre un minimum de deux cycles d'inversion des chambres de régénération.
Pour les mesures continues	Les NEA-MTD désignent des valeurs journalières moyennes

Tableau 1

## Conditions de référence pour les NEA-MTD concernant les émissions atmosphériques

Activités		Unité	Conditions de référence
<b>Activités de fusion</b>	Fours classiques à fusion continue	mg/Nm <sup>3</sup>	8 % d'oxygène en volume
	Fours classiques à fusion discontinue	mg/Nm <sup>3</sup>	13 % d'oxygène en volume
	Fours à oxygène	kg/tonne de verre fondu	L'expression de niveaux d'émission en mg/Nm <sup>3</sup> pour une concentration d'oxygène de référence est sans objet
	Fours électriques	mg/Nm <sup>3</sup> ou kg/tonne de verre fondu	L'expression de niveaux d'émission en mg/Nm <sup>3</sup> pour une concentration d'oxygène de référence est sans objet
	Fours à fritte	mg/Nm <sup>3</sup> ou kg/tonne de fritte	Les concentrations se rapportent à 15 % d'oxygène en volume  Lorsque l'on utilise des fours à air-gaz, les NEA-MTD sont exprimés en concentration des émissions (mg/Nm <sup>3</sup> )  Si la fusion est exclusivement réalisée en oxycombustion, les NEA-MTD sont exprimés sous la forme d'émissions massiques spécifiques (kg/tonne de fritte fondue).  Dans le cas d'une combustion à l'air enrichi en oxygène, les NEA-MTD sont exprimés soit en concentration des émissions (mg/Nm <sup>3</sup> ), soit en émissions massiques spécifiques (kg/tonne de fritte fondue).
	Tous types de fours	kg/tonne de verre fondu	Les émissions massiques spécifiques sont rapportées à une tonne de verre fondu
<b>Activités autres que la fusion, y compris procédés en aval</b>	Tous procédés	mg/Nm <sup>3</sup>	Pas de correction pour l'oxygène
	Tous procédés	kg/tonne de verre	Les émissions massiques spécifiques sont rapportées à une tonne de verre produite

## Conversion à la concentration d'oxygène de référence

La formule pour calculer la concentration des émissions à un niveau d'oxygène de référence (voir tableau 1) est la suivante:

$$E_R = \frac{21 - O_R}{21 - O_M} \times E_M$$

où:

$E_R$  (mg/Nm<sup>3</sup>): concentration des émissions corrigée en fonction du niveau d'oxygène de référence  $O_R$

$O_R$  (vol %): Niveau d'oxygène de référence

$E_M$  (mg/Nm<sup>3</sup>): concentration des émissions rapportée au niveau d'oxygène mesuré  $O_M$

$O_M$  (vol %): niveau d'oxygène mesuré

### Conversion des concentrations en émissions massiques spécifiques

Les NEA-MTD indiqués sous la forme d'émissions massiques spécifiques (kg/tonne de verre fondu) dans les sections 1.2 à 1.9 sont déterminés par le calcul exposé ci-dessous, sauf dans le cas des fours à oxygène et, dans un très petit nombre de cas, des fours électriques, où les NEA-MTD indiqués en kg/tonne de verre fondu ont été obtenus à partir de certaines données communiquées.

Le calcul utilisé pour convertir les concentrations en émissions massiques spécifiques est le suivant:

Émissions massiques spécifiques (kg/tonne de verre fondu) = facteur de conversion × concentration des émissions (mg/Nm<sup>3</sup>)

où: facteur de conversion =  $(Q/P) \times 10^{-6}$

avec Q = volume des effluents gazeux en Nm<sup>3</sup>/h

P = tirée en tonnes de verre fondu/h

Le volume des effluents gazeux (Q) dépend de la consommation d'énergie, du type de combustible et du comburant (air, air enrichi en oxygène et oxygène dont la pureté est fonction du procédé de production). La consommation d'énergie est une fonction complexe faisant intervenir (principalement) le type de four, le type de verre et le pourcentage de calcin.

Une série de facteurs peut cependant influencer sur la relation entre concentration et débit massique, notamment:

- le type de four (température de préchauffage de l'air, technique de fusion)
- le type de verre produit (besoins énergétiques pour la fusion)
- les sources d'énergie utilisées (combustible fossile/«boosting» électrique)
- le type de combustible fossile (fioul, gaz)
- le type de comburant (oxygène, air, air enrichi en oxygène)
- le pourcentage de calcin
- la formule du mélange vitrifiable
- l'âge du four
- les dimensions du four

Les facteurs de conversion indiqués dans le tableau 2 ont été utilisés pour convertir les NEA-MTD exprimés sous la forme de concentrations en émissions massiques spécifiques

Les facteurs de conversion ont été établis pour des fours présentant un bon rendement énergétique et ne sont valables que pour des fours fonctionnant totalement en aéroc Combustion.

Tableau 2

#### Facteurs indicatifs de conversion des mg/Nm<sup>3</sup> en kg/tonne de verre fondu pour des fours en aéroc Combustion et énergétiquement efficaces

Secteur	Facteurs de conversion des mg/Nm <sup>3</sup> en kg/tonne de verre fondu	
Verre plat	2,5 × 10 <sup>-3</sup>	
Verre d'emballage	Cas général	1,5 × 10 <sup>-3</sup>
	Cas particuliers (1)	Étude au cas par cas (souvent 3,0 × 10 <sup>-3</sup> )
Fibre de verre en filament continu	4,5 × 10 <sup>-3</sup>	

Secteur		Facteurs de conversion des mg/Nm <sup>3</sup> en kg/tonne de verre fondu
Verrerie domestique	Verre sodocalcique	$2,5 \times 10^{-3}$
	Cas particuliers (2)	Étude au cas par cas (entre $2,5$ et $> 10 \times 10^{-3}$ ; souvent $3,0 \times 10^{-3}$ )
Laine minérale	Laine de verre	$2 \times 10^{-3}$
	Cubilot pour fusion de la laine de roche	$2,5 \times 10^{-3}$
Verres spéciaux	Verre TV (écrans)	$3 \times 10^{-3}$
	Verre TV (tube cathodique)	$2,5 \times 10^{-3}$
	Borosilicate (tube)	$4 \times 10^{-3}$
	Vitrocéramique	$6,5 \times 10^{-3}$
	Verre d'éclairage (sodocalcique)	$2,5 \times 10^{-3}$
Frittes		Étude au cas par cas (entre $5$ et $7,5 \times 10^{-3}$ )

(1) Les cas particuliers correspondent aux cas les moins favorables (petits fours spéciaux ayant une production généralement inférieure à 100 t/jour, et un taux de calcin inférieur à 30 %). Cette catégorie ne représente que 1 ou 2 % de la production de verre d'emballage.

(2) Les cas particuliers correspondent aux cas les moins favorables et/ou à des verres non sodocalciques: borosilicates, vitrocéramique, cristal et, plus rarement, cristal au plomb.

#### DÉFINITIONS DE CERTAINS POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Aux fins des présentes conclusions sur les MTD et des NEA-MTD indiqués dans les sections 1.2 à 1.9, les définitions suivantes s'appliquent:

NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	La somme de l'oxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) exprimée en tant que NO <sub>2</sub>
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	La somme du dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) et du trioxyde de soufre (SO <sub>3</sub> ) exprimée en tant que SO <sub>2</sub>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl	Tous les chlorures gazeux exprimés en tant que HCl
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	Tous les fluorures gazeux exprimés en tant que HF

#### PÉRIODES DE CALCUL DES MOYENNES POUR LES REJETS D'EAUX USÉES

Sauf indication contraire, les niveaux d'émission associés aux meilleures techniques disponibles (NEA-MTD) indiqués dans les présentes conclusions sur les MTD pour les rejets d'eaux usées désignent la valeur moyenne d'un échantillon composite prélevé sur une période de deux heures ou de 24 heures.

##### 1.1. Conclusions générales sur les MTD pour la fabrication du verre

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations.

Les MTD spécifiques par procédé présentées dans les sections 1.2 à 1.9 s'appliquent en plus des MTD générales visées dans la présente section.

##### 1.1.1. Systèmes de management environnemental

1. La MTD consiste à mettre en place et à appliquer un système de management environnemental (SME) présentant toutes les caractéristiques suivantes:

- i. engagement de la direction, y compris à son plus haut niveau;
- ii. définition par la direction d'une politique environnementale intégrant le principe d'amélioration continue de l'installation;

- iii. planification et mise en place des procédures nécessaires, fixation d'objectifs et de cibles, planification financière et investissement;
- iv. mise en œuvre des procédures, prenant particulièrement en considération les aspects suivants:
  - a) organisation et responsabilité
  - b) formation, sensibilisation et compétence
  - c) communication
  - d) participation du personnel
  - e) documentation
  - f) contrôle efficace des procédés
  - g) programme de maintenance
  - h) préparation et réaction aux situations d'urgence
  - i) respect de la législation sur l'environnement;
- v. contrôle des performances et prise de mesures correctives, les aspects suivants étant plus particulièrement pris en considération:
  - a) surveillance et mesure (voir également le document de référence sur les principes généraux de surveillance)
  - b) mesures correctives et préventives
  - c) tenue de registres
  - d) audit interne ou externe indépendant (si possible) pour déterminer si le SME respecte les modalités prévues et a été correctement mis en œuvre et tenu à jour;
- vi. revue du SME et de sa pertinence, de son adéquation et de son efficacité, par la direction;
- vii. suivi de la mise au point de technologies plus propres;
- viii. prise en compte de l'impact sur l'environnement du démantèlement d'une unité dès le stade de sa conception et pendant toute la durée de son exploitation;
- ix. réalisation régulière d'une analyse comparative des performances, par secteur.

#### Applicabilité

La portée (le niveau de détail, par exemple) et la nature du SME (normalisé ou non normalisé) dépendent en général de la nature, de l'ampleur et de la complexité de l'installation, ainsi que de l'éventail de ses effets possibles sur l'environnement.

#### 1.1.2. Efficacité énergétique

2. La MTD consiste à réduire la consommation spécifique d'énergie par une ou plusieurs des techniques suivantes

Technique	Applicabilité
i. Optimisation des procédés par le contrôle des paramètres d'exploitation	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Entretien régulier du four de fusion	
iii. Optimisation de la conception du four et du choix de la technique de fusion	Applicable aux unités nouvelles. Dans le cas des unités existantes, la mise en œuvre nécessite une reconstruction complète du four.
iv. Application de techniques de contrôle de la combustion	Applicable aux fours à air et aux fours à oxygène.

Technique	Applicabilité
v. Utilisation de taux croissants de calcin dans la limite des disponibilités et si l'option est économiquement et techniquement viable	Ne s'applique pas aux secteurs des fibres de verre en filament continu, des laines d'isolation haute température et des frites
vi. Utilisation d'une chaudière de récupération si l'option est économiquement et techniquement viable	Applicable aux fours à air et aux fours à oxygène. L'applicabilité et la viabilité économique de la technique dépendent de l'efficacité globale pouvant être obtenue, notamment de l'utilisation efficace de la vapeur produite
vii. Préchauffage du mélange vitrifiable et du calcin, si l'option est techniquement et économiquement viable	Applicable aux fours à air et aux fours à oxygène L'applicabilité est normalement limitée aux mélanges vitrifiables contenant plus de 50 % de calcin

### 1.1.3. Stockage et manutention des matières

3. La MTD consiste à prévenir ou, si cela n'est pas possible, à réduire les émissions diffuses de poussières dues au stockage et à la manutention des matières solides par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

#### I. Stockage des matières premières

- i. Conserver les matières pulvérulentes en vrac dans des silos clos équipés d'un système de réduction des poussières (filtre à manches, par exemple)
- ii. Conserver les matières fines dans des conteneurs fermés ou des sacs scellés
- iii. Conserver sous abri les stocks de matières en grains
- iv. Utilisation de véhicules de nettoyage des voies d'accès et de techniques d'humidification

#### II. Manutention des matières premières

Technique	Applicabilité
i. Dans le cas des matières transportées au-dessus du sol, utilisation de convoyeurs fermés pour éviter les pertes de matières	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. En cas de transfert pneumatique, utilisation d'un système hermétiquement clos équipé d'un filtre pour purifier l'air de transport avant son évacuation	
iii. Humidification du mélange vitrifiable	L'utilisation de cette technique est limitée par ses conséquences négatives sur l'efficacité énergétique du four. Des restrictions sont possibles pour certaines compositions du mélange vitrifiable, en particulier dans le cas de la production de verre borosilicaté
iv. Application d'une pression légèrement négative dans le four	Applicable uniquement en tant qu'élément intrinsèque du fonctionnement (ex, fours de fusion pour la production de frites) du fait de l'incidence négative sur l'efficacité énergétique du four
v. Utilisation de matières premières n'entraînant pas de phénomène de décrépitation (essentiellement dolomie et calcaire) Ce phénomène se traduit par une fragmentation des minéraux lors de l'exposition à la chaleur, qui peut entraîner une augmentation des émissions de poussières	Applicable dans les limites des contraintes liées à la disponibilité des matières premières
vi. Utilisation d'un système d'extraction relié à un système de filtration dans les étapes des procédés susceptibles de donner lieu à la formation de poussières (ex, ouverture des sacs, mélange des matières premières pour la production de frites, élimination des poussières des filtres à manches, fours de fusion à voûte froide)	Les techniques sont applicables d'une manière générale
vii. Utilisation d'enfourneuses à vis étanches	
viii. Étanchéité du système d'enfournement	Applicable d'une manière générale. Un système de refroidissement peut être nécessaire pour éviter d'endommager le matériel

4. La MTD consiste à prévenir ou, si cela n'est pas possible, à réduire les émissions gazeuses diffuses dues au stockage et à la manutention des matières premières volatiles par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

- i. Utilisation d'une peinture à faible absorption solaire pour les réservoirs de stockage en cas de stockage en vrac sujet aux variations de température dues au réchauffement solaire.
- ii. Contrôle de la température de stockage des matières premières volatiles.
- iii. Isolation des réservoirs de stockage des matières premières volatiles.
- iv. Gestion du stock.
- v. Utilisation de réservoirs à toit flottant pour le stockage de grandes quantités de produits pétroliers volatils.
- vi. Utilisation de systèmes de transfert avec récupération des vapeurs pour les fluides volatils (par ex, pour le transfert entre les camions citernes et le réservoir de stockage).
- vii. Utilisation de réservoirs à toit souple pour le stockage des matières premières liquides.
- viii. Utilisation de soupapes de décharge dans les réservoirs conçus pour supporter des variations de pression.
- ix. Application d'un traitement des émissions (par ex. adsorption, absorption, condensation) lors du stockage des matières dangereuses.
- x. Recours au remplissage sous la surface du liquide pour le stockage des liquides ayant tendance à mousser.

#### 1.1.4. Techniques primaires générales

5. La MTD consiste à réduire la consommation d'énergie et les émissions atmosphériques par une surveillance constante des paramètres d'exploitation et par un entretien programmé du four de fusion.

Technique	Applicabilité
La technique consiste en une série d'opérations de surveillance et d'entretien à mener séparément ou en association, en fonction du type de four, afin de limiter les effets du vieillissement du four, notamment assurer l'étanchéité du four et des blocs de brûleurs, maintenir une isolation maximale, contrôler la stabilisation de la flamme, contrôler le rapport combustible/air, etc.	Applicable aux fours à régénérateurs, aux fours à récupérateurs et aux fours à oxygène.  L'applicabilité aux autres types de fours nécessite une analyse spécifique de l'installation.

6. La MTD consiste à sélectionner soigneusement et à contrôler toutes les substances et matières premières entrant dans le four de fusion afin de réduire ou d'éviter les émissions atmosphériques par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes en association

Technique	Applicabilité
i. Utilisation de matières premières et de calcin externe à faible taux d'impuretés (ex, métaux, chlorures et fluorures)	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières et des combustibles
ii. Utilisation d'autres matières premières (moins volatiles, par ex.)	
iii. Utilisation de combustibles contenant peu d'impuretés métalliques	

7. La MTD consiste à surveiller régulièrement les émissions et/ou les autres paramètres pertinents des procédés, notamment comme indiqué ci-dessous:

Technique	Applicabilité
i. Surveillance continue des paramètres critiques du procédé, afin d'assurer la stabilité de ce dernier, notamment la température, l'alimentation en combustible et le débit d'air	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Surveillance régulière des paramètres du procédé afin de prévenir/réduire la pollution, par ex., la teneur en O <sub>2</sub> des gaz de combustion de manière à contrôler le rapport combustible/air	
iii. Mesures continues des émissions de poussière, de NO <sub>x</sub> et de SO <sub>2</sub> ou mesures discontinues au moins deux fois par an, associées au contrôle d'autres paramètres représentatifs afin de s'assurer que le système de traitement fonctionne correctement entre les mesures	
iv. Mesures continues ou périodiques, à intervalles réguliers, des émissions de NH <sub>3</sub> lorsque des techniques de réduction catalytique sélective (SCR) ou de réduction non catalytique sélective (SNCR) sont appliquées	Les techniques sont applicables d'une manière générale
v. Mesures continues ou périodiques, à intervalles réguliers, des émissions de CO lorsque des techniques primaires ou des techniques de réduction chimique par combustible sont appliquées pour la réduction des émissions de NO <sub>x</sub> , ou lorsqu'une combustion partielle est possible	
vi. Mesures périodiques, à intervalles réguliers, des émissions de HCl, HF, CO et métaux, en particulier en cas d'utilisation de matières premières contenant ces substances, ou lorsqu'une combustion partielle est possible	Les techniques sont applicables d'une manière générale
vii. Surveillance continue d'autres paramètres représentatifs pour s'assurer que le système de traitement des effluents gazeux fonctionne correctement et que les niveaux d'émission restent stables entre les mesures discontinues. Les autres paramètres représentatifs à surveiller comprennent l'alimentation en réactif, la température, l'alimentation en eau, la tension, le dépoussiérage, la vitesse des ventilateurs, etc.	

8. La MTD consiste à faire fonctionner tous les systèmes de traitement des effluents gazeux à capacité optimale dans les conditions normales d'exploitation, afin de prévenir ou d'éviter les émissions.

#### Applicabilité

Des procédures spéciales peuvent être définies pour des conditions d'exploitation spécifiques, en particulier:

- i. lors des opérations de démarrage et d'arrêt;
- ii. lors d'autres opérations spéciales, susceptibles de perturber le bon fonctionnement des systèmes (par exemple lors de travaux d'entretien régulier ou exceptionnel et des opérations de nettoyage du four et/ou du système de traitement des effluents gazeux, ou en cas de changement radical dans la production);
- iii. lorsque le débit ou la température des effluents gazeux sont insuffisants et ne permettent pas d'utiliser le système à pleine capacité.

9. La MTD consiste à limiter les émissions de monoxyde de carbone (CO) du four de fusion lors de l'application de techniques primaires ou de la réduction chimique par combustible visant à réduire les émissions de NO<sub>x</sub>.

Technique	Applicabilité
Les techniques primaires de réduction des émissions de NO <sub>x</sub> reposent sur des modifications de la combustion (par exemple, réduction du rapport air/combustible, combustion étagée et brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub> ). La réduction chimique par combustible consiste à ajouter un hydrocarbure au flux d'effluents gazeux afin de réduire les NO <sub>x</sub> qui se sont formés dans le four.	Applicable aux fours classiques en aérocombustion
L'augmentation des émissions de CO due à l'application de ces techniques peut être limitée par un contrôle attentif des paramètres d'exploitation	

Tableau 3

**NEA-MTD pour les émissions de monoxyde de carbone des fours de fusion**

Paramètre	NEA-MTD
Monoxyde de carbone (CO)	< 100 mg/Nm <sup>3</sup>

10. La MTD consiste à limiter les émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) lors de l'application des techniques de réduction catalytique sélective (SCR) ou de réduction non catalytique sélective (SNCR) qui permettent une réduction à haute efficacité des émissions de NO<sub>x</sub>.

Technique	Applicabilité
La technique consiste à adopter et à maintenir des conditions d'exploitation appropriées des systèmes SCR ou SNCR de traitement des effluents gazeux, afin de limiter les émissions d'ammoniac n'ayant pas réagi.	Applicable aux fours de fusion équipés de systèmes SCR ou SNCR

Tableau 4

**NEA-MTD pour les émissions d'ammoniac liées à l'application de techniques SCR ou SNCR**

Paramètre	NEA-MTD (1)
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	< 5 – 30 mg/Nm <sup>3</sup>

(1) Les niveaux les plus élevés sont associés à des concentrations d'entrée de NO<sub>x</sub> plus élevées, à des taux de réduction plus importants et au vieillissement du catalyseur.

11. La MTD consiste à réduire les émissions de bore du four de fusion lorsque le mélange vitrifiable contient des composés de bore, par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique (1)	Applicabilité
i. Mise en œuvre d'un système de filtration à une température appropriée pour faciliter la séparation des composés de bore à l'état solide, sans perdre de vue le fait que certains composés d'acide borique peuvent être présents à l'état gazeux dans les effluents gazeux au-dessous de 200 °C et même à des températures aussi basses que 60 °C	L'applicabilité aux installations existantes peut être limitée par des contraintes techniques liées à la localisation et aux caractéristiques du système de filtration existant
ii. Recours à l'épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	L'applicabilité peut être limitée par une moindre efficacité d'élimination des autres polluants gazeux (SO <sub>x</sub> , HCl, HF) due au dépôt de composés de bore à la surface du réactif alcalin sec
iii. Utilisation de systèmes d'épuration par voie humide	L'applicabilité aux unités existantes peut être limitée par la nécessité d'un traitement spécifique des eaux usées

(1) Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.1, 1.10.4 et 1.10.6.

**Surveillance**

La surveillance des émissions de bore doit être effectuée selon une méthode spécifique permettant de mesurer à la fois les formes solides et les formes gazeuses, et de déterminer la technique pour éliminer efficacement ces espèces des effluents gazeux.

**1.1.5. Rejets dans l'eau des procédés de fabrication du verre**

12. La MTD consiste à réduire la consommation d'eau par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique	Applicabilité
i. Réduire le plus possible les débordements et les fuites	La technique est applicable d'une manière générale
ii. Réutilisation des eaux de refroidissement et de lavage après purge	La technique est applicable d'une manière générale. Le recyclage de l'eau de lavage est applicable à la quasi-totalité des systèmes d'épuration; toutefois, une purge et un remplacement périodiques des eaux de lavage peuvent s'avérer nécessaires.

Technique	Applicabilité
iii. Utiliser un réseau d'eau en circuit quasi fermé pour autant que cela soit techniquement et économiquement réalisable	L'applicabilité de cette technique peut être limitée par les contraintes liées à la gestion de la sécurité du procédé de production. En particulier: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Un refroidissement en circuit ouvert peut s'avérer nécessaire pour des raisons de sécurité (par exemple, en cas d'incident nécessitant le refroidissement de grandes quantités de verre)</li> <li>— L'eau utilisée pour certaines activités (par exemple, les activités en aval dans le secteur des fibres de verre à filament continu, le polissage à l'acide dans les secteurs de la verrerie domestique et des verres spéciaux, etc.) doit être rejetée en totalité ou en partie dans le réseau d'épuration des eaux usées.</li> </ul>

13. La MTD consiste à réduire la charge de polluants des rejets d'eaux usées par une ou plusieurs des techniques d'épuration des eaux usées suivantes:

Technique	Applicabilité
i. Techniques anti-pollution standard, notamment décantation, dégrillage, écumage, neutralisation, filtration, aération, précipitation, coagulation et floculation, etc.  Bonnes pratiques standard de réduction des émissions dues au stockage des matières premières et produits intermédiaires liquides, telles que confinement, inspection/test des réservoirs, protection contre les débordements, etc.	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Systèmes de traitement biologique tels que boues activées, biofiltration pour éliminer/dégrader les composés organiques	L'applicabilité se limite aux secteurs utilisant des substances organiques dans le procédé de production (par ex., les secteurs des fibres de verre à filament continu et de la laine minérale)
iii. Rejet dans les stations municipales d'épuration des eaux	Applicable aux installations nécessitant une réduction supplémentaire des polluants
iv. Réutilisation des eaux usées à l'extérieur de l'installation	L'applicabilité est généralement limitée au secteur des frites (réutilisation possible dans l'industrie céramique)

Tableau 5

**NEA-MTD pour les rejets d'eaux résiduelles de l'industrie du verre dans les eaux de surface**

Paramètre <sup>(1)</sup>	Unité	NEA-MTD <sup>(2)</sup> (échantillon composite)
pH	–	6,5 – 9
Total des solides en suspension	mg/l	< 30
Demande chimique en oxygène (DCO)	mg/l	< 5 – 130 <sup>(3)</sup>
Sulfates, exprimés en SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	< 1 000
Fluorures, exprimés en F <sup>-</sup>	mg/l	< 6 <sup>(4)</sup>
Hydrocarbures totaux	mg/l	< 15 <sup>(5)</sup>
Plomb, exprimé en Pb	mg/l	< 0,05 – 0,3 <sup>(6)</sup>
Antimoine, exprimé en Sb	mg/l	< 0,5
Arsenic, exprimé en As	mg/l	< 0,3
Baryum, exprimé en Ba	mg/l	< 3,0

Paramètre <sup>(1)</sup>	Unité	NEA-MTD <sup>(2)</sup> (échantillon composite)
Zinc, exprimé en Zn	mg/l	< 0,5
Cuivre, exprimé en Cu	mg/l	< 0,3
Chrome, exprimé en Cr	mg/l	< 0,3
Cadmium, exprimé en Cd	mg/l	< 0,05
Étain, exprimé en Sn	mg/l	< 0,5
Nickel, exprimé en Ni	mg/l	< 0,5
Ammoniaque, exprimé en NH <sub>4</sub>	mg/l	< 10
Bore, exprimé en B	mg/l	< 1 – 3
Phénol	mg/l	< 1

(1) La pertinence des polluants énumérés dans le tableau ci-dessus est fonction du secteur verrier considéré et des différentes activités menées dans l'installation.

(2) Les niveaux de concentration indiqués se rapportent à un échantillon composite prélevé sur une période de deux heures ou de 24 heures.

(3) Pour le secteur des fibres de verre à filament continu, le NEA-MTD est < 200 mg/l.

(4) La concentration est celle de l'eau traitée provenant d'activités utilisant le polissage à l'acide.

(5) En règle générale, les hydrocarbures totaux sont composés d'huiles minérales.

(6) Le haut de la fourchette est associé aux procédés en aval dans la production de cristal au plomb.

#### 1.1.6. Déchets des procédés de fabrication du verre

14. La MTD consiste à réduire la production de déchets solides par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique	Applicabilité
i. Recyclage des rebuts de mélanges vitrifiables, lorsque les exigences de qualité le permettent	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la qualité du verre final
ii. Réduction dans toute la mesure du possible des pertes de matières lors du stockage et de la manutention des matières premières	La technique est applicable d'une manière générale
iii. Recyclage du calcin interne provenant des rebuts de production	En règle générale, ne s'applique pas aux secteurs des fibres de verre en filament continu, des laines d'isolation haute température et des frites
iv. Recyclage des poussières dans les mélanges vitrifiables, lorsque les exigences de qualité le permettent	L'applicabilité peut être limitée par différents facteurs: — exigences de qualité du verre final — pourcentage de calcin utilisé dans le mélange vitrifiable — possibilité d'un phénomène d'entraînement de poussières (volage) et de corrosion des matériaux réfractaires — contraintes liées au bilan soufre
v. Valorisation des déchets solides et/ou des boues par une utilisation appropriée sur place (par ex., les boues résultant de l'épuration des eaux) ou dans d'autres secteurs industriels	En règle générale, applicable au secteur de la verrerie domestique (boues de découpe du cristal au plomb) et au secteur du verre d'emballage (particules fines de verre mélangées à de l'huile).  Applicabilité limitée pour les autres secteurs verriers en raison de l'imprévisibilité des résultats, du risque de contamination, de la faiblesse des volumes et d'une viabilité économique médiocre.
vi. Valorisation des matériaux réfractaires en fin de vie en vue d'une réutilisation dans d'autres secteurs industriels	L'applicabilité est limitée par les contraintes imposées par les fabricants de matériaux réfractaires et les utilisateurs finals potentiels.
vii. Briquetage des déchets par agglomération au ciment en vue d'un recyclage dans les cubilots à vent chaud, lorsque les exigences de qualité le permettent	L'applicabilité du briquetage des déchets est limitée au secteur de la laine de roche.  Il convient de trouver un compromis entre émissions atmosphériques et génération d'un flux de déchets solides.

## 1.1.7. Nuisances sonores des procédés de fabrication du verre

15. La MTD consiste à réduire les émissions sonores par une ou plusieurs des techniques suivantes:

- i. Réaliser une évaluation du bruit ambiant et établir un plan de gestion du bruit adapté à l'environnement local
- ii. Isoler les machines/activités bruyantes dans une structure/unité séparée
- iii. Utiliser des remblais pour masquer la source de bruit
- iv. Réalisation des activités extérieures bruyantes uniquement pendant la journée
- v. Utilisation de murs antibruit ou de barrières naturelles (arbres, buissons) entre l'installation et la zone protégée, en fonction des conditions locales.

## 1.2. Conclusions sur les MTD pour le secteur du verre d'emballage

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations de production de verre d'emballage.

## 1.2.1. Poussières émises par les fours de fusion

16. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion en appliquant un système d'épuration des effluents gazeux tels qu'un électrofiltre ou un filtre à manches.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Les systèmes d'épuration des effluents gazeux consistent en techniques secondaires fondées sur la filtration de toutes les matières qui se présentent à l'état solide au point de mesure	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les systèmes de filtration (électrofiltres, filtres à manches) sont décrits dans la section 1.10.1.

Tableau 6

## NEA-MTD pour les émissions de poussières provenant des fours de fusion dans le secteur du verre d'emballage

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Poussières	< 10 – 20	< 0,015 – 0,06

<sup>(1)</sup> Des facteurs de conversion de  $1,5 \times 10^{-3}$  et de  $3 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur inférieure et la valeur supérieure de la fourchette.

1.2.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

17. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

## I. Techniques primaires:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Modifications de la combustion	
a) Réduction du rapport air/combustible	Applicable aux fours classiques fonctionnant en aérocombustion. Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four.
b) Réduction de la température de l'air de combustion	Applicable uniquement dans certaines circonstances propres à l'installation, à cause d'un rendement réduit du four et de besoins accrus en combustible (par ex, en cas d'utilisation de fours à récupérateurs au lieu de fours à régénérateurs).

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
c) Combustion étagée: — Étagement de l'air — Étagement du combustible	L'étagement du combustible est applicable à la plupart des fours classiques en aérocombustion. L'étagement de l'air a une applicabilité très limitée en raison de sa complexité technique.
d) Recirculation des effluents gazeux	Cette technique n'est applicable qu'en cas d'utilisation de brûleurs spéciaux avec recirculation automatique des effluents gazeux
e) brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique est applicable d'une manière générale. Les résultats obtenus, du point de vue environnemental, sont généralement moins bons lorsque la technique est appliquée aux fours à gaz à brûleurs transversaux en raison de contraintes techniques et de la moindre flexibilité de ces fours Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
f) Choix du combustible	L'applicabilité est limitée par les contraintes liées à la disponibilité des différents types de combustibles, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
ii. Conception spéciale du four	L'applicabilité est limitée aux mélanges vitrifiables contenant une forte proportion de calcin externe (> 70 %). L'application de la technique nécessite une reconstruction complète du four de fusion. La forme du four (long et étroit) peut poser des problèmes d'implantation.
iii. Fusion électrique	Ne s'applique pas à la production de grands volumes de verre (> 300 tonnes/jour). Ne s'applique pas aux productions nécessitant d'importantes variations de la tirée. Nécessite une reconstruction complète du four.
iv. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

## II. Techniques secondaires:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction catalytique sélective (SCR)	L'application de la technique peut nécessiter une mise à niveau du système de dépoussiérage afin de garantir une concentration de poussières inférieure à 10 – 15 mg/Nm <sup>3</sup> et un système de désulfuration pour éliminer les émissions de SO <sub>x</sub> . Étant donné la fenêtre optimale de température de fonctionnement, l'applicabilité est limitée à l'utilisation d'électrofiltres. En général, la technique n'est pas utilisée avec un système de filtres à manches car la faible température de fonctionnement, de l'ordre de 180 à 200 °C, nécessiterait le réchauffage des effluents gazeux. Il peut s'avérer nécessaire de disposer d'un espace important pour mettre en œuvre la technique.
ii. Réduction non catalytique sélective (SNCR)	La technique est applicable aux fours à récupérateurs. Applicabilité très limitée pour les fours classiques à régénérateurs, lorsque la fenêtre de température correcte est difficile à atteindre ou ne permet pas un bon mélange des effluents gazeux avec le réactif. Peut s'appliquer aux nouveaux fours à régénérateurs équipés de régénérateurs à double passe; toutefois, la fenêtre de température est difficile à maintenir du fait de l'inversion des flammes entre les chambres qui crée une variation de température cyclique.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

Tableau 7

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur du verre d'emballage**

Paramètre	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Modifications de la combustion, conceptions spéciales des fours <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	500 – 800	0,75 – 1,2
	Fusion électrique	< 100	< 0,3
	Fusion à l'oxygène <sup>(4)</sup>	Sans objet	< 0,5 – 0,8
	Techniques secondaires	< 500	< 0,75

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 pour les cas généraux ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué, sauf dans le cas de la fusion électrique (cas particuliers:  $3 \times 10^{-3}$ ).

<sup>(2)</sup> La valeur basse de la fourchette est obtenue pour les conceptions spéciales de fours, le cas échéant.

<sup>(3)</sup> Ces valeurs sont à revoir en cas de reconstruction normale ou complète du four de fusion.

<sup>(4)</sup> Les niveaux obtenus dépendent de la qualité du gaz naturel et de l'oxygène disponibles (teneur en azote).

18. Lorsque le mélange vitrifiable contient des nitrates et/ou lorsque des conditions de combustion impliquant une oxydation particulière sont requises dans le four de fusion pour garantir la qualité du produit final, la MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> en limitant le plus possible l'utilisation de ces matières premières, en association avec l'application de techniques primaires ou secondaires.

Les NEA-MTD sont présentés dans le tableau 7.

Lorsque le mélange vitrifiable contient des nitrates, dans le cas de campagnes courtes ou de fours de fusion dont la capacité est < 100 t/jour, le NEA-MTD est indiqué dans le tableau 8.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Techniques primaires: — Limiter le plus possible l'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable.  Les nitrates sont utilisés pour les produits de très haute qualité (flacons, bouteilles de parfum et pots à cosmétiques).  Les sulfates, les oxydes d'arsenic et l'oxyde de cérium constituent des substituts efficaces.  Des modifications du procédé (par exemple, conditions de combustion impliquant une oxydation particulière) permettent également de se passer de nitrates.	Le remplacement des nitrates dans le mélange vitrifiable peut être limité par le coût élevé des substituts et/ou leur incidence plus lourde sur l'environnement.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

Tableau 8

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> des fours de fusion dans le secteur du verre d'emballage lorsque le mélange vitrifiable contient des nitrates et/ou lorsque des conditions de combustion impliquant une oxydation particulière sont requises, dans le cas de campagnes courtes ou de fours de fusion de capacité < 100 t/jour**

Paramètre	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Techniques primaires	< 1 000	< 3

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 pour les cas particuliers ( $3 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

1.2.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

19. La MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
ii. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en soufre du mélange vitrifiable et optimisation du bilan soufre	La limitation au minimum de la teneur en soufre du mélange vitrifiable est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final en verre.  L'optimisation du bilan soufre requiert un compromis entre l'élimination des émissions de SO <sub>x</sub> et la gestion des déchets solides (poussières retenues par les filtres).  La réduction effective des émissions de SO <sub>x</sub> dépend de la rétention de composés soufrés dans le verre, qui peut varier considérablement en fonction du type de verre.
iii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité des combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.3.

Tableau 9

NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur du verre d'emballage

Paramètre	Combustible	NEA-MTD <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(3)</sup>
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	Gaz naturel	< 200 – 500	< 0,3 – 0,75
	Fioul <sup>(4)</sup>	< 500 – 1 200	< 0,75 – 1,8

<sup>(1)</sup> Pour les types spéciaux de verres colorés (par ex. les verres verts réduits), les préoccupations liées aux niveaux d'émission atteignables peuvent nécessiter la réalisation d'un bilan soufre. Les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être difficiles à obtenir en association avec un recyclage des poussières retenues par les filtres et le taux de recyclage du calcin externe.

<sup>(2)</sup> Les valeurs les plus faibles sont associées aux situations dans lesquelles la réduction des émissions de SO<sub>x</sub> est très prioritaire par rapport à une diminution de la production de déchets solides correspondant à des poussières riches en sulfates.

<sup>(3)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 pour les cas généraux ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(4)</sup> Les niveaux d'émission associés correspondent à l'utilisation d'un fioul contenant 1 % de soufre en association avec des techniques secondaires de réduction des émissions.

## 1.2.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

20. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion (éventuellement couplées aux effluents gazeux des activités de traitement de surface à chaud) par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.4.

Tableau 10

**NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur du verre d'emballage**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl <sup>(2)</sup>	< 10 – 20	< 0,02 – 0,03
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 1 – 5	< 0,001 – 0,008

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 pour les cas généraux ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(2)</sup> Les niveaux les plus élevés sont associés au traitement simultané des effluents gazeux des activités de traitement de surface à chaud

## 1.2.5. Métaux provenant des fours de fusions

21. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Réduction dans toute la mesure possible de l'utilisation de composés métalliques dans le mélange vitrifiable aux fins de la coloration et de la décoloration du verre, en fonction des exigences de qualité du verre définies par le consommateur	
iii. Application d'un système de filtration (filtre à manches ou électrofiltre)	Les techniques sont applicables d'une manière générale
iv. Recours à l'épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.5.

Tableau 11

**NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion dans le secteur du verre d'emballage**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(4)</sup>
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2 – 1 <sup>(5)</sup>	< 0,3 – $1,5 \times 10^{-3}$
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 1,5 – $7,5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Les niveaux se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Les niveaux les plus faibles correspondent aux NEA-MTD lorsque des composés métalliques ne sont pas utilisés intentionnellement dans le mélange vitrifiable.

<sup>(3)</sup> Les niveaux les plus élevés sont associés à l'utilisation de métaux aux fins de la coloration ou de la décoloration du verre, ou au traitement simultané des émissions du four de fusion et des effluents gazeux des activités de traitement de surface à chaud.

<sup>(4)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 pour les cas généraux ( $1,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(5)</sup> Dans certains cas particuliers, pour la production de verre extra-blanc de haute qualité nécessitant des teneurs en sélénium plus élevées pour décolorer (en fonction des matières premières), des valeurs plus élevées sont indiquées, pouvant aller jusqu'à 3 mg/Nm<sup>3</sup>.

## 1.2.6. Émissions des procédés en aval

22. En cas d'utilisation d'étain, de composés organostanniques ou de titane pour les opérations de traitement de surface à chaud, la MTD consiste à réduire les émissions de ces substances par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique	Applicabilité
i. Limiter le plus possible les pertes du produit de revêtement en assurant une bonne étanchéité du système d'application et en utilisant une hotte aspirante.  Une conception et une étanchéité appropriées du système d'application sont essentielles pour éviter les émissions atmosphériques de produit n'ayant pas réagi.	La technique est applicable d'une manière générale

Technique	Applicabilité
ii. Traiter simultanément les effluents gazeux des opérations de revêtement et les effluents gazeux du four de fusion ou l'air de combustion du four lorsqu'un système de traitement secondaire est appliqué (filtre et épurateur à voie sèche ou semi-sèche).  En fonction de leur compatibilité chimique, les effluents gazeux des opérations de revêtement peuvent être regroupés avec d'autres effluents gazeux avant traitement. Les deux techniques suivantes sont possibles: <ul style="list-style-type: none"> <li>— regroupement avec les effluents gazeux du four de fusion, en amont d'un système de traitement secondaire (épuration par voie sèche ou semi-sèche plus système de filtration);</li> <li>— regroupement avec l'air de combustion avant passage dans le régénérateur, suivi d'un traitement secondaire des effluents gazeux produits pendant la fusion (épuration par voie sèche ou semi-sèche + système de filtration).</li> </ul>	Le regroupement avec les effluents gazeux du four de fusion est une technique applicable d'une manière générale.  Le regroupement avec l'air de combustion peut être limité par des contraintes techniques en raison du risque d'effets sur la chimie du verre et sur les matériaux des régénérateurs.
iii. Application d'une technique secondaire, par ex. épuration par voie humide, épuration par voie sèche plus filtration ( <sup>1</sup> ).	Les techniques sont applicables d'une manière générale

(<sup>1</sup>) Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.4 et 1.10.7.

Tableau 12

**NEA-MTD pour les émissions atmosphériques dues aux activités de traitement de surface à chaud dans le secteur du verre d'emballage, en cas de traitement séparé des effluents gazeux provenant des opérations en aval**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Poussières	< 10
Composés de titane, exprimés en Ti	< 5
Composés d'étain, y compris composés organostanniques, exprimés en Sn	< 5
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl	< 30

23. En cas d'utilisation de SO<sub>3</sub> pour les opérations de traitement de surface, la MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique ( <sup>1</sup> )	Applicabilité
i. Réduction dans toute la mesure possible des pertes de produit par une bonne étanchéité du système d'application.  Une conception et une étanchéité appropriées du système d'application sont essentielles pour éviter les émissions atmosphériques de produit n'ayant pas réagi.	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Application d'une technique secondaire, par exemple une épuration par voie humide	

(<sup>1</sup>) Les techniques sont décrites dans la section 1.10.6.

Tableau 13

**NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> provenant des activités en aval lorsque du SO<sub>3</sub> est utilisé pour les opérations de traitement de surface dans le secteur du verre d'emballage, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>x</sub> , exprimé en SO <sub>2</sub>	< 100 – 200

### 1.3. Conclusions sur les MTD pour le secteur du verre plat

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations de production de verre plat.

#### 1.3.1. Poussières émises par les fours de fusion

24. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion au moyen d'un système d'électrofiltres ou de filtres à manches.

La technique est décrite dans la section 1.10.1.

Tableau 14

#### NEA-MTD pour les émissions de poussières du four de fusion dans le secteur du verre plat

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Poussières	< 10 – 20	< 0,025 – 0,05

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

#### 1.3.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

25. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

##### I. techniques primaires:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Modifications de la combustion	
a) Réduction du rapport air/combustible	Applicable aux fours classiques fonctionnant en aérocombustion. Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four.
b) Réduction de la température de l'air de combustion	Applicabilité limitée aux fours de petite capacité destinés à la fabrication de verre plat spécial et à certaines circonstances propres à l'installation, en raison d'une diminution du rendement du four et d'une augmentation de la consommation de combustible (par exemple, utilisation de fours à récupérateurs au lieu de fours à régénérateurs).
c) Combustion étagée: — Étagement de l'air — Étagement du combustible	L'étagement du combustible est applicable à la plupart des fours classiques en aérocombustion.  L'étagement de l'air a une applicabilité très limitée en raison de sa complexité technique.
d) Recirculation des effluents gazeux	Cette technique n'est applicable qu'en cas d'utilisation de brûleurs spéciaux avec recirculation automatique des effluents gazeux.
e) Brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique est applicable d'une manière générale  Les résultats obtenus, du point de vue environnemental, sont généralement moins bons lorsque la technique est appliquée aux fours à gaz à brûleurs transversaux en raison de contraintes techniques et d'une moindre flexibilité des fours.  Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four.
f) Choix du combustible	L'applicabilité est limitée par les contraintes liées à la disponibilité des différents types de combustibles, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
ii. Procédé Fenix Repose sur l'association d'un certain nombre de techniques primaires d'optimisation de la combustion des fours float à régénérateurs à brûleurs transversaux. Les principales caractéristiques sont les suivantes: — Réduction de l'excès d'air — Suppression des points chauds et homogénéisation des températures de flamme — Mélange contrôlé du combustible et de l'air de combustion	L'applicabilité est limitée aux fours à régénérateurs à brûleurs transversaux. Applicable aux nouveaux fours. Pour les fours existants, la technique doit être intégrée au moment de la conception et de la construction du four, lors d'une reconstruction complète.
iii. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

## II. Techniques secondaires:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction chimique par combustible	Applicable aux fours à régénérateurs. L'applicabilité est limitée par la consommation accrue de combustible et par l'incidence environnementale et économique de la technique
ii. Réduction catalytique sélective (SCR)	L'application de la technique peut nécessiter une mise à niveau du système de dépoussiérage afin de garantir une concentration des poussières inférieure à 10 – 15 mg/Nm <sup>3</sup> et un système de désulfuration pour éliminer les émissions de SO <sub>x</sub> . Étant donné la fenêtre optimale de température de fonctionnement, l'applicabilité est limitée à l'utilisation d'électrofiltres. En général, la technique n'est pas utilisée avec un système de filtres à manches car la faible température de fonctionnement, de l'ordre de 180 à 200 °C, nécessiterait le réchauffage des effluents gazeux. Il peut s'avérer nécessaire de disposer d'un espace important pour mettre en œuvre la technique.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

Tableau 15

NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur du verre plat

Paramètre	MTD	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Modifications de la combustion, procédé Fenix <sup>(3)</sup>	700 – 800	1,75 – 2,0
	Fusion à l'oxygène <sup>(4)</sup>	Sans objet	< 1,25 – 2,0
	Techniques secondaires <sup>(5)</sup>	400 – 700	1,0 – 1,75

<sup>(1)</sup> Des niveaux d'émission plus élevés sont à attendre lorsque des nitrates sont utilisés occasionnellement pour la production de verre spécial.

<sup>(2)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(3)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées à l'application du procédé Fenix.

<sup>(4)</sup> Les niveaux obtenus dépendent de la qualité du gaz naturel et de l'oxygène disponibles (teneur en azote).

<sup>(5)</sup> Les valeurs hautes de la fourchette sont associées aux unités existantes avant une reconstruction normale ou complète du four de fusion. Les valeurs basses correspondent aux unités les plus récentes ou mises à niveau.

26. Lorsque des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable, la MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> en limitant au maximum l'utilisation de ces matières premières, en association avec des techniques primaires ou secondaires. En cas de recours à des techniques secondaires, les NEA-MTD indiqués dans le tableau 15 s'appliquent.

Si des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable en vue de la production de verres spéciaux dans le cadre d'un nombre limité de campagnes de courte durée, les NEA-MTD figurent dans le tableau 16.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Techniques primaires: Limiter le plus possible l'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable. Les nitrates sont utilisés pour des productions spéciales (par ex. verre coloré). Les sulfates, les oxydes d'arsenic et l'oxyde de cérium constituent des substituts efficaces.	Le remplacement des nitrates dans le mélange vitrifiable peut être limité par le coût élevé des substituts et/ou leur incidence plus lourde sur l'environnement.

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.2.

Tableau 16

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur du verre plat, lorsque des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable en vue de la production de verres spéciaux dans le cadre d'un nombre limité de campagnes de courte durée**

Paramètre	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Techniques primaires	< 1 200	< 3

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 pour les cas particuliers ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

1.3.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

27. La MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
ii. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en soufre du mélange vitrifiable et optimisation du bilan soufre	La réduction au minimum de la teneur en soufre du mélange vitrifiable est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final en verre.  L'optimisation du bilan soufre requiert un compromis entre l'élimination des émissions de SO <sub>x</sub> et la gestion des déchets solides (poussières retenues par les filtres).
iii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité de combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.3.

Tableau 17

**NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> provenant du four de fusion dans le secteur du verre plat**

Paramètre	Combustible	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	Gaz naturel	< 300 – 500	< 0,75 – 1,25
	Fioul <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>	500 – 1 300	1,25 – 3,25

<sup>(1)</sup> Les valeurs les plus faibles sont associées aux situations dans lesquelles la réduction des émissions de SO<sub>x</sub> est très prioritaire par rapport à une diminution de la production de déchets solides correspondant à des poussières riches en sulfates.

<sup>(2)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(3)</sup> Les niveaux d'émission associés correspondent à l'utilisation d'un fioul contenant 1 % de soufre en association avec des techniques secondaires de réduction des émissions.

<sup>(4)</sup> Dans le cas des grands fours de production de verre plat, les préoccupations liées aux niveaux d'émission atteignables peuvent nécessiter la réalisation d'un bilan soufre. Les valeurs indiquées dans le tableau peuvent être difficiles à obtenir en association avec un recyclage des poussières retenues par les filtres.

### 1.3.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

28. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.4.

Tableau 18

#### NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur du verre plat

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl <sup>(2)</sup>	< 10 – 25	< 0,025 – 0,0625
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 1 – 4	< 0,0025 – 0,010

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(2)</sup> Les valeurs hautes de la fourchette sont associées au recyclage des poussières retenues par les filtres dans le mélange vitrifiable.

### 1.3.5. Métaux provenant des fours de fusion

29. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Application d'un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
iii. Recours à l'épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.5.

Tableau 19

#### NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion dans le secteur du verre plat, à l'exception des verres colorés au sélénium

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2 – 1	< 0,5 – $2,5 \times 10^{-3}$
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 2,5 – $12,5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Les fourchettes de valeurs se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

30. Lorsque des composés de sélénium sont utilisés pour colorer le verre, la MTD consiste à réduire les émissions de sélénium du four de fusion par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduire dans toute la mesure possible l'évaporation de sélénium à partir du mélange vitrifiable en choisissant des matières premières ayant un meilleur coefficient de rétention dans le verre et une moindre volatilité	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Application d'un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
iii. Recours à l'épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.5.

Tableau 20

**NEA-MTD pour les émissions de sélénium du four de fusion dans le secteur du verre plat, dans le cas de la production de verre coloré**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(3)</sup>
Composés de sélénium, exprimés en Se	1 – 3	$2,5 - 7,5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Les niveaux indiqués se rapportent au total du sélénium présent dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Les valeurs basses de la fourchette correspondent aux situations dans lesquelles la réduction des émissions de Se est prioritaire par rapport à la réduction des déchets solides provenant du dépolluierage. Dans ce cas, un rapport stoechiométrique (réactif/polluant) élevé est appliqué et un flux important de déchets solides est créé.

<sup>(3)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

1.3.6. Émissions des procédés en aval

31. La MTD consiste à réduire les émissions atmosphériques provenant des procédés en aval par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction dans toute la mesure possible des pertes de produits de revêtement appliqués sur le verre plat par une bonne étanchéité du système d'application	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Réduction dans toute la mesure possible des pertes de SO <sub>2</sub> dans l'arche de recuisson par une mise en œuvre optimale du système de contrôle	
iii. Traitement simultanément des émissions de SO <sub>2</sub> provenant de l'arche de recuisson et des effluents gazeux du four de fusion, lorsque cela est techniquement possible et lorsqu'un traitement secondaire (filtre et épurateur par voie sèche ou semi-sèche) est appliqué.	
iv. Application d'une technique secondaire, par ex. épuration par voie humide, ou épuration par voie sèche plus filtration.	Les techniques sont applicables d'une manière générale  Le choix de la technique et son efficacité dépendent de la composition des effluents gazeux à traiter.

<sup>(1)</sup> Les techniques de traitement secondaire sont décrites dans les sections 1.10.3 et 1.10.6.

Tableau 21

**NEA-MTD pour les émissions atmosphériques provenant des procédés en aval dans le secteur du verre plat, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Poussières	< 15 – 20

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl	< 10
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 1 – 5
SO <sub>x</sub> , exprimé en SO <sub>2</sub>	< 200
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>Vl</sub> )	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>Vl</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

#### 1.4. Conclusions sur les MTD pour le secteur des fibres de verre à filament continu

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations de production de fibres de verre à filament continu.

##### 1.4.1. Poussières émises par les fours de fusion

Les NEA-MTD présentées dans la présente section pour les poussières concernent tous les matériaux qui se présentent à l'état solide au point de mesure, y compris les composés solides de bore. Les composés de bore qui se présentent à l'état gazeux au point de mesure ne sont pas pris en considération.

32. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique (1)	Applicabilité
i. Réduction des composés volatils par modification des matières premières  La préparation de mélanges vitrifiables ne contenant pas de composés de bore ou présentant une faible teneur en bore est une mesure primaire pour réduire les émissions de poussières qui sont essentiellement dues à la volatilisation. Le bore est le principal constituant des particules émises par le four de fusion	L'application de la technique est limitée par des questions de droits de propriété intellectuelle, car les mélanges vitrifiables sans bore ou à faible teneur en bore sont protégés par brevet.
ii. Système de filtration: électrofiltre ou filtre à manches	La technique est applicable d'une manière générale  Les meilleurs résultats, du point de vue de l'environnement, sont obtenus pour les nouvelles unités, car il est possible de déterminer les caractéristiques et la localisation du filtre sans aucune contrainte.
iii. Système d'épuration par voie humide	L'application aux unités existantes peut être limitée par des contraintes techniques; par exemple, nécessité d'une station d'épuration des eaux usées spécifique.

(1) Les techniques de traitement secondaire sont décrites dans les sections 1.10.1 et 1.10.7.

Tableau 22

#### NEA-MTD pour les émissions de poussières du four de fusion dans le secteur des fibres de verre à filament continu

Paramètre	NEA-MTD (1)	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu (2)
Poussières	< 10 – 20	< 0,045 – 0,09

(1) Des valeurs < 30 mg/Nm<sup>3</sup> (< 0,14 kg/tonne de verre fondu) ont été déclarées pour des mélanges vitrifiables sans bore, avec application de techniques primaires.

(2) Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

1.4.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

33. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Modifications de la combustion	
a) Réduction du rapport air/combustible	Applicable aux fours classiques fonctionnant en aérocombustion. Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
b) Réduction de la température de l'air de combustion	Applicable aux fours classiques en aérocombustion, dans les limites des contraintes liées à l'efficacité énergétique du four et à la consommation de combustibles. La plupart des fours sont déjà du type fours à récupérateurs.
c) Combustion étagée: d) Étagement de l'air e) Étagement du combustible	L'étagement du combustible est applicable à la plupart des fours en aérocombustion et des fours à oxygène. L'étagement de l'air a une applicabilité très limitée en raison de sa complexité technique.
d) Recirculation des effluents gazeux	Cette technique n'est applicable qu'en cas d'utilisation de brûleurs spéciaux avec recirculation automatique des effluents gazeux
e) Brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique est applicable d'une manière générale Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
f) Choix du combustible	L'applicabilité est limitée par les contraintes liées à la disponibilité des différents types de combustibles, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
ii. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

Tableau 23

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur des fibres de verre à filament continu**

Paramètre	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Modifications de la combustion	< 600 – 1 000	< 2,7 – 4,5 <sup>(1)</sup>
	Fusion à l'oxygène <sup>(2)</sup>	Sans objet	< 0,5 – 1,5

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(2)</sup> Les niveaux obtenus dépendent de la qualité du gaz naturel et de l'oxygène disponibles (teneur en azote).

1.4.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

34. La MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en soufre du mélange vitrifiable et optimisation du bilan soufre	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final en verre. L'optimisation du bilan soufre requiert un compromis entre l'élimination des émissions de SO <sub>x</sub> et la gestion des déchets solides (poussières retenues par les filtres) à éliminer.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
ii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité de combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale La présence de composés de bore en concentrations élevées dans les effluents gazeux peut limiter l'efficacité du réactif utilisé dans les systèmes d'épuration par voie sèche ou semi-sèche.
iv. Épuration par voie humide	La technique est applicable d'une manière générale, dans la limite des contraintes techniques, notamment la nécessité d'une station d'épuration des eaux usées spécifique.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.3 et 1.10.6.

Tableau 24

#### NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur des fibres de verre à filament continu

Paramètre	Combustible	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	Gaz naturel <sup>(3)</sup>	< 200 – 800	< 0,9 – 3,6
	Fioul <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>	< 500 – 1 000	< 2,25 – 4,5

<sup>(1)</sup> Les valeurs hautes de la fourchette sont associées à l'utilisation de sulfates dans le mélange vitrifiable, aux fins de l'affinage du verre.

<sup>(2)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

<sup>(3)</sup> Dans le cas des fours à l'oxygène avec épuration par voie humide, les NEA-MTD seraient < 0,1 kg de SO<sub>x</sub>, exprimé en SO<sub>2</sub>, par tonne de verre fondu.

<sup>(4)</sup> Les niveaux d'émission associés correspondent à l'utilisation d'un fioul contenant 1 % de soufre, en association avec des techniques secondaires de réduction des émissions.

<sup>(5)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées aux situations dans lesquelles la réduction des émissions de SO<sub>x</sub> est prioritaire par rapport à une diminution de la production de déchets solides correspondant à des poussières riches en sulfates. Dans ce cas, les valeurs basses sont associées à l'utilisation d'un filtre à manches.

#### 1.4.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

35. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées au mélange vitrifiable et à la disponibilité des matières premières.
ii. Réduire dans toute la mesure possible la teneur en fluor du mélange vitrifiable  La réduction des émissions de fluor résultant du procédé de fusion peut être réalisée de la façon suivante:  — limiter/réduire la quantité de composés fluorés (spath fluor, par ex.) utilisés dans le mélange vitrifiable dans les limites compatibles avec les exigences de qualité du produit final. Les composés fluorés sont utilisés pour optimiser la fusion, faciliter le fibrage et limiter la casse du filament;  — remplacer les composés fluorés par d'autres matières (sulfates, par ex.)	Le remplacement des composés fluorés par des substituts est limité par les exigences de qualité du produit.
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
iv. Épuration par voie humide	La technique est applicable d'une manière générale, dans la limite des contraintes techniques, notamment la nécessité d'une station d'épuration des eaux usées spécifique.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.4 et 1.10.6.

Tableau 25

**NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur des fibres de verre à filament continu**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl	< 10	< 0,05
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF <sup>(2)</sup>	< 5 – 15	< 0,02 – 0,07

(<sup>1</sup>) Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

(<sup>2</sup>) Les valeurs hautes de la fourchette sont associées à l'utilisation de composés fluorés dans le mélange vitrifiable.

## 1.4.5. Métaux provenant des fours de fusions

36. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées à la disponibilité des matières premières.
ii. Recours à l'épuration par voie sèche ou semi-sèche, en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
iii. Épuration par voie humide	La technique est applicable d'une manière générale, dans la limite des contraintes techniques, notamment la nécessité d'une station d'épuration des eaux usées spécifique.

(<sup>1</sup>) Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.5 et 1.10.6.

Tableau 26

**NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion dans le secteur des fibres de verre à filament continu**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2 – 1	< $0,9 - 4,5 \times 10^{-3}$
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 3	< $4,5 - 13,5 \times 10^{-3}$

(<sup>1</sup>) Les niveaux se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

(<sup>2</sup>) Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 ( $4,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

## 1.4.6. Émissions des procédés en aval

37. La MTD consiste à réduire les émissions provenant des procédés en aval par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Systèmes d'épuration par voie humide	Les techniques sont applicables d'une manière générale pour le traitement des effluents gazeux du procédé de formage (ensimage des fibres) ou des procédés secondaires qui nécessitent l'utilisation d'un liant qui doit être polymérisé ou séché.
ii. Electrofiltre humide	
iii. Système de filtration (filtre à manches)	La technique est applicable d'une manière générale pour le traitement des effluents gazeux des opérations de découpe et de broyage.

(<sup>1</sup>) Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.7 et 1.10.8.

Tableau 27

**NEA-MTD pour les émissions atmosphériques provenant des procédés en aval dans le secteur des fibres de verre à filament continu, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
<b>Émissions résultant du formage et de l'ensimage</b>	
Poussières	< 5 – 20
Formaldéhyde	< 10
Ammoniac	< 30
Total des composés organiques volatils, exprimés en C	< 20
<b>Émissions résultant de la découpe et du broyage</b>	
Poussières	< 5 – 20

1.5. Conclusions sur les MTD pour le secteur de la verrerie domestique

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations du secteur de la verrerie domestique.

1.5.1. Poussières émises par les fours de fusion

38. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique (1)	Applicabilité
i. Réduction des composés volatils par modification des matières premières  Le mélange vitrifiable peut contenir des composés très volatils (par ex. bore, fluorures) qui contribuent largement aux émissions de poussières du four de fusion	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées au type de verre produit et à la disponibilité de matières premières de remplacement.
ii. Fusion électrique	Ne s'applique pas à la production de grands volumes de verre (> 300 tonnes/jour).  Ne s'applique pas aux productions nécessitant d'importantes variations de la tirée.  Nécessite une reconstruction complète du four.
iii. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four
iv. Système de filtration: électrofiltre ou filtre à manches	Les techniques sont applicables d'une manière générale
v. Système d'épuration par voie humide	L'applicabilité est limitée aux cas particuliers, notamment aux fours électriques, dont les volumes d'effluents gazeux et les émissions de poussières sont généralement faibles et fonction des envols de mélange vitrifiable

(1) Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.5 et 1.10.7.

Tableau 28

**NEA-MTD pour les émissions de poussières du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Poussières	< 10 – 20 <sup>(2)</sup>	< 0,03 – 0,06
	< 1 – 10 <sup>(3)</sup>	< 0,003 – 0,03

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $3 \times 10^{-3}$  a été appliqué (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire, pour certaines productions, d'appliquer un facteur de conversion spécifique.

<sup>(2)</sup> La viabilité économique des NEA-MTD suscite des interrogations dans le cas des fours de capacité inférieure à 80 t/j qui produisent du verre sodocalcique.

<sup>(3)</sup> Ce NEA-MTD s'applique aux mélanges vitrifiables contenant de grandes quantités de composés répondant aux critères caractéristiques des substances dangereuses au sens du règlement (CE) n° 1272/2008.

1.5.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

39. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Modifications de la combustion	
a) Réduction du rapport air/combustible	Applicable aux fours classiques fonctionnant en aérocombustion  Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
b) Réduction de la température de l'air de combustion	Applicable uniquement dans certaines circonstances propres à l'installation, à cause d'un rendement réduit du four et de besoins accrus en combustible (par ex, en cas d'utilisation de fours à récupérateurs au lieu de fours à régénérateurs).
c) Combustion étagée: f) Étagement de l'air g) Étagement du combustible	L'étagement du combustible est applicable à la plupart des fours classiques en aérocombustion.  L'étagement de l'air a une applicabilité très limitée en raison de sa complexité technique.
d) Recirculation des effluents gazeux	Cette technique n'est applicable qu'en cas d'utilisation de brûleurs spéciaux avec recirculation automatique des effluents gazeux
e) Brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique est applicable d'une manière générale  Les résultats obtenus, du point de vue environnemental, sont généralement moins bons lorsque la technique est appliquée aux fours à gaz à brûleurs transversaux en raison de contraintes techniques et d'une moindre flexibilité des fours  Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
f) Choix du combustible	L'applicabilité est limitée par les contraintes liées à la disponibilité des différents types de combustibles, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
ii. Conception spéciale du four	L'applicabilité est limitée aux mélanges vitrifiables à forte teneur en calcin externe (> 70 %).  L'application de la technique nécessite une reconstruction complète du four de fusion.  La forme du four (long et étroit) peut poser des problèmes d'encombrement spatial.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
iii. Fusion électrique	Ne s'applique pas à la production de grands volumes de verre (> 300 tonnes/jour).  Ne s'applique pas aux productions nécessitant d'importantes variations de la tirée.  Nécessite une reconstruction complète du four.
iv. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.2.

Tableau 29

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique**

Paramètre	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Modifications de la combustion, conceptions spéciales des fours	< 500 – 1 000	< 1,25 – 2,5
	Fusion électrique	< 100	< 0,3
	Fusion à l'oxygène <sup>(2)</sup>	Sans objet	< 0,5 – 1,5

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  a été appliqué pour les modifications de la combustion et les conceptions spéciales du four, et un facteur de conversion de  $3 \times 10^{-3}$  pour la fusion électrique (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire, pour certaines productions, d'appliquer un facteur de conversion spécifique.

<sup>(2)</sup> Les niveaux obtenus dépendent de la qualité du gaz naturel et de l'oxygène disponibles (teneur en azote).

40. Lorsque des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable, la MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> en limitant au maximum l'utilisation de ces matières premières, en association avec des techniques primaires ou secondaires.

Les NEA-MTD sont présentés dans le tableau 29.

En cas d'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable pour un nombre limité de campagnes de courte durée ou dans le cas des fours de fusion de capacité < 100 t/j qui produisent des types spéciaux de verres sodocalciques (verre clair/ultra-clair ou verre coloré au sélénium) et d'autres verres spéciaux (borosilicate, vitrocéramique, verre opale, cristal et cristal au plomb), les NEA-MTD sont indiqués dans le tableau 30.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Techniques primaires:  — Limiter le plus possible l'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable  Les nitrates sont utilisés pour l'obtention de produits de très haute qualité, nécessitant un verre ultra-clair ou pour la fabrication de verres spéciaux. Les sulfates, les oxydes d'arsenic et l'oxyde de cérium constituent des substituts efficaces.	Le remplacement des nitrates dans le mélange vitrifiable peut être limité par le coût élevé des substituts et/ou leur incidence plus lourde sur l'environnement.

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.2.

Tableau 30

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique, en cas d'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable pour un nombre limité de campagnes de courte durée ou dans le cas des fours de fusion de capacité < 100 t/j qui produisent des types spéciaux de verres sodocalciques (verre clair/ultra-clair ou verre coloré au sélénium) et d'autres verres spéciaux (borosilicate, vitrocéramique, verre opale, cristal et cristal au plomb)**

Paramètre	Type de four	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Fours classiques en aéro-combustion	< 500 – 1 500	< 1,25 – 3,75 <sup>(1)</sup>
	Fusion électrique	< 300 – 500	< 8 – 10

<sup>(1)</sup> Le facteur de conversion indiqué dans le tableau 2 pour le verre sodocalcique ( $2,5 \times 10^{-3}$ ) a été appliqué.

### 1.5.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

41. La MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en soufre du mélange vitrifiable et optimisation du bilan soufre	La réduction de la teneur en soufre du mélange vitrifiable est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final en verre. L'optimisation du bilan soufre requiert un compromis entre l'élimination des émissions de SO <sub>x</sub> et la gestion des déchets solides (poussières retenues par les filtres).
ii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité de combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.3.

Tableau 31

**NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique**

Paramètre	Combustible/technique de fusion	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	Gaz naturel	< 200 – 300	< 0,5 – 0,75
	Fioul <sup>(2)</sup>	< 1 000	< 2,5
	Fusion électrique	< 100	< 0,25

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  a été appliqué (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire, pour certaines productions, d'appliquer un facteur de conversion spécifique.

<sup>(2)</sup> Les niveaux d'émission associés correspondent à l'utilisation d'un fioul contenant 1 % de soufre, en association avec des techniques secondaires de réduction des émissions.

### 1.5.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

42. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	Applicable dans les limites des contraintes liées au mélange vitrifiable pour le type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
ii. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en fluor du mélange vitrifiable et optimisation du bilan fluoré  Il est possible de réduire au minimum les émissions de fluor résultant de la fusion en limitant/réduisant la quantité de composés fluorés (spath-fluor, par ex.) utilisés dans le mélange vitrifiable, dans les limites compatibles avec les exigences de qualité du produit final. Des composés de fluor sont ajoutés au mélange vitrifiable pour donner au verre un aspect opaque ou laiteux.	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
iv. Épuration par voie humide	La technique est applicable d'une manière générale, dans la limite des contraintes techniques, notamment la nécessité d'une station d'épuration des eaux usées spécifique.  L'applicabilité de la technique peut être limitée par son coût élevé et par les aspects liés à l'épuration des eaux usées, y compris les restrictions concernant le recyclage des boues ou des résidus solides résultant du traitement des eaux usées.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.4 et 1.10.6.

Tableau 32

**NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	< 10 – 20	< 0,03 – 0,06
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF <sup>(4)</sup>	< 1 – 5	< 0,003 – 0,015

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $3 \times 10^{-3}$  a été appliqué (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire, pour certaines productions, d'appliquer un facteur de conversion spécifique.

<sup>(2)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées à la fusion électrique.

<sup>(3)</sup> Si du KCl ou du NaCl sont utilisés comme affinant, le NEA-MTD est < 30 mg/Nm<sup>3</sup> ou < 0,09 kg/tonne de verre fondu.

<sup>(4)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées à la fusion électrique. Les valeurs hautes sont associées à la production de verre opale, au recyclage des poussières retenues par les filtres ou à l'utilisation d'une forte proportion de calcin externe dans le mélange vitrifiable

1.5.5. Métaux provenant des fours de fusion

43. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Limitation de l'utilisation de composés métalliques dans le mélange vitrifiable par un choix judicieux des matières premières lorsqu'il est nécessaire de colorer ou de décolorer le verre ou de lui conférer des caractéristiques spéciales.	Pour la production de cristal et de cristal au plomb, la réduction des composés métalliques dans le mélange vitrifiable est limitée par les dispositions de la directive 69/493/CEE qui établit une classification des produits finis de verre en fonction de leur composition chimique.
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.5.

Tableau 33

**NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique, sauf en cas d'utilisation de sélénium pour décolorer le verre**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2 – 1	< 0,6 – 3 × 10 <sup>-3</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 3 – 15 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Les niveaux se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Un facteur de conversion de 3 × 10<sup>-3</sup> a été appliqué (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire, pour certaines productions, d'appliquer un facteur de conversion spécifique.

44. Lorsque des composés de sélénium sont utilisés pour décolorer le verre, la MTD consiste à réduire les émissions de sélénium du four de fusion par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduire dans toute la mesure possible l'utilisation de composés de sélénium dans le mélange vitrifiable par un choix judicieux des matières premières	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.5.

Tableau 34

**NEA-MTD pour les émissions de sélénium du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique lorsque des composés de sélénium sont utilisés pour décolorer le verre**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
Composés de sélénium, exprimés en Se	< 1	< 3 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Les valeurs se rapportent au total du sélénium présent dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Un facteur de conversion de 3 × 10<sup>-3</sup> a été appliqué (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire, pour certaines productions, d'appliquer un facteur de conversion spécifique.

45. Lorsque des composés de plomb sont utilisés pour la fabrication de cristal au plomb, la MTD consiste à réduire les émissions de plomb du four de fusion par l'application d'une ou de plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Fusion électrique	Ne s'applique pas à la production de grands volumes de verre (> 300 tonnes/jour). Ne s'applique pas aux productions nécessitant d'importantes variations de la tirée. Nécessite une reconstruction complète du four.
ii. Filtre à manches	La technique est applicable d'une manière générale
iii. Électro-filtre	
iv. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.1 et 1.10.5.

Tableau 35

**NEA-MTD pour les émissions de plomb du four de fusion dans le secteur de la verrerie domestique lorsque des composés de plomb sont utilisés pour la fabrication de cristal au plomb**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
Composés de plomb, exprimés en Pb	< 0,5 – 1	< 1 – 3 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Les valeurs se rapportent au total du plomb présent dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Un facteur de conversion de 3 × 10<sup>-3</sup> a été appliqué (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire, pour certaines productions, d'appliquer un facteur de conversion spécifique.

#### 1.5.6. Émissions des procédés en aval

46. Dans le cas des procédés en aval qui génèrent des poussières, la MTD consiste à réduire les émissions de poussières et de métaux par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réaliser les opérations génératrices de poussières (ex. découpe, meulage, polissage) en phase liquide.	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Application d'un système de filtres à manches	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.8.

Tableau 36

**NEA-MTD pour les émissions atmosphériques provenant des procédés en aval qui génèrent des poussières dans le secteur de la verrerie domestique, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Poussières	< 1 – 10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> ) <sup>(1)</sup>	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn) <sup>(1)</sup>	< 1 – 5
Composés de plomb, exprimés en Pb <sup>(2)</sup>	< 1 – 1,5

<sup>(1)</sup> Les niveaux indiqués se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux.

<sup>(2)</sup> Les niveaux indiqués se rapportent aux opérations en aval dans le cas du cristal au plomb.

47. Dans le cas du polissage à l'acide, la MTD consiste à réduire les émissions de HF par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction dans toute la mesure possible des pertes de produit de polissage par une bonne étanchéité du système d'application	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Application d'une technique secondaire, par exemple une épuration par voie humide	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.6.

Tableau 37

**NEA-MTD pour les émissions de HF résultant du polissage à l'acide dans le secteur de la verrerie domestique, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 5

## 1.6. Conclusions sur les MTD pour le secteur des verres spéciaux

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations de fabrication de verres spéciaux.

## 1.6.1. Poussières émises par les fours de fusion

48. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction des composés volatils par modification des matières premières  Le mélange vitrifiable peut contenir des composés très volatils (par ex., bore, fluorures) qui sont les principaux constituants des poussières émises par le four de fusion	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du verre produit
ii. Fusion électrique	Ne s'applique pas à la production de grands volumes de verre (> 300 tonnes/jour).  Ne s'applique pas aux productions nécessitant d'importantes variations de la tirée.  Nécessite une reconstruction complète du four.
iii. Système de filtration: électrofiltre ou filtre à manches	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.1.

Tableau 38

**NEA-MTD pour les émissions de poussières du four de fusion dans le secteur des verres spéciaux**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Poussières	< 10 – 20	< 0,03 – 0,13
	< 1 – 10 <sup>(2)</sup>	< 0,003 – 0,065

<sup>(1)</sup> Des facteurs de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  et de  $6,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur inférieure et la valeur supérieure de la fourchette des NEA-MTD (voir tableau 2), tandis que certaines valeurs ont été déterminées par approximation. Il est toutefois nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de verre produit (voir tableau 2).

<sup>(2)</sup> Les NEA-MTD s'appliquent aux mélanges vitrifiables contenant de grandes quantités de composés répondant aux critères caractéristiques des substances dangereuses au sens du règlement (CE) n° 1272/2008.

1.6.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

49. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

## I. Techniques primaires:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Modifications de la combustion	
a) Réduction du rapport air/combustible	Applicable aux fours classiques fonctionnant en aérocombustion Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
b) Réduction de la température de l'air de combustion	Applicable uniquement dans certaines circonstances propres à l'installation, à cause d'un rendement réduit du four et de besoins accrus en combustible (par ex, en cas d'utilisation de fours à récupérateurs au lieu de four à régénérateurs).
c) Combustion étagée: — Étagement de l'air — Étagement du combustible	L'étagement du combustible est applicable à la plupart des fours classiques en aérocombustion. L'étagement de l'air a une applicabilité très limitée en raison de sa complexité technique.
d) Recirculation des effluents gazeux	Cette technique n'est applicable qu'en cas d'utilisation de brûleurs spéciaux avec recirculation automatique des effluents gazeux
e) Brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique est applicable d'une manière générale. Les résultats obtenus, du point de vue environnemental, sont généralement moins bons lorsque la technique est appliquée aux fours à gaz à brûleurs transversaux en raison de contraintes techniques et d'une moindre flexibilité des fours Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
f) Choix du combustible	L'applicabilité est limitée par les contraintes liées à la disponibilité des différents types de combustibles, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
ii. Fusion électrique	Ne s'applique pas à la production de grands volumes de verre (> 300 tonnes/jour). Ne s'applique pas aux productions nécessitant d'importantes variations de la tirée. Nécessite une reconstruction complète du four.
iii. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.2.

## II. Techniques secondaires:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction catalytique sélective (SCR)	L'application de la technique peut nécessiter une mise à niveau du système de dépoussiérage afin de garantir une concentration des poussières inférieure à 10 – 15 mg/Nm <sup>3</sup> et un système de désulfuration pour éliminer les émissions de SO <sub>x</sub> . Étant donné la fenêtre optimale de température de fonctionnement, l'applicabilité est limitée à l'utilisation d'électrofiltres. En général, la technique n'est pas utilisée avec un système de filtres à manches car la faible température de fonctionnement, de l'ordre de 180 à 200 °C, nécessiterait le réchauffage des effluents gazeux. Il peut s'avérer nécessaire de disposer d'un espace important pour mettre en œuvre la technique.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
ii. Réduction non catalytique sélective (SNCR)	Applicabilité très limitée pour les fours classiques à régénérateurs, lorsque la fenêtre de température correcte est difficile à ajuster ou ne permet pas un bon mélange des effluents gazeux avec le réactif.  Peut s'appliquer aux nouveaux fours à régénérateurs équipés de régénérateurs à double passe; Toutefois, la fenêtre de température est difficile à maintenir du fait de l'inversion des flammes entre les chambres, qui crée une variation de température cyclique

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

Tableau 39

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur des verres spéciaux**

Paramètre	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimés en NO <sub>2</sub>	Modifications de la combustion	600 – 800	1,5 – 3,2
	Fusion électrique	< 100	< 0,25 – 0,4
	Fusion à l'oxygène <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	Sans objet	< 1 – 3
	Techniques secondaires	< 500	< 1 – 3

<sup>(1)</sup> Des facteurs de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  et de  $4 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur haute et la valeur basse de la fourchette des NEA-MTD (voir tableau 2), tandis que certaines valeurs ont été déterminées par approximation. Il est toutefois nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de verre produit (voir tableau 2).

<sup>(2)</sup> Les valeurs les plus élevées correspondent à une production spéciale de tubes de verre borosilicaté destinés à un usage pharmaceutique.

<sup>(3)</sup> Les niveaux obtenus dépendent de la qualité du gaz naturel et de l'oxygène disponibles (teneur en azote).

50. Lorsque des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable, la MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> en limitant au maximum l'utilisation de ces matières premières, en association avec des techniques primaires ou secondaires

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Techniques primaires  — Limiter le plus possible l'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable  Les nitrates sont utilisés pour la fabrication de produits de très haute qualité, lorsque le verre doit présenter des caractéristiques spéciales. Les sulfates, les oxydes d'arsenic et l'oxyde de cérium constituent des substituts efficaces.	Le remplacement des nitrates dans le mélange vitrifiable peut être limité par le coût élevé des substituts et/ou leur incidence plus lourde sur l'environnement.

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.2.

Tableau 40

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur des verres spéciaux lorsque des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable**

Paramètre	MTD	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimés en NO <sub>2</sub>	Réduction de l'apport de nitrates dans le mélange vitrifiable, en association avec des techniques primaires ou secondaires	< 500 – 1 000	< 1 – 6

<sup>(1)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées à la fusion électrique.

<sup>(2)</sup> Des facteurs de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  et de  $6,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur haute et la valeur basse de la fourchette des NEA-MTD, tandis que certaines valeurs ont été déterminées par approximation. Il peut s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de verre produit (voir tableau 2).

1.6.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

51. La MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique (1)	Applicabilité
i. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en soufre du mélange vitrifiable et optimisation du bilan soufre	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final en verre
ii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité de combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

(1) Les techniques sont décrites dans la section 1.10.3.

Tableau 41

NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur des verres spéciaux

Paramètre	Combustible/technique de fusion Technique	NEA-MTD (1)	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu (2)
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	Gaz naturel, fusion électrique (3)	< 30 – 200	< 0,08 – 0,5
	Fioul (4)	500 – 800	1,25 – 2

(1) Les fourchettes de valeurs tiennent compte des bilans soufre variables associés au type de verre produit.

(2) Un facteur de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  a été appliqué (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de production.

(3) Les valeurs basses de la fourchette sont associées à la fusion électrique et à l'utilisation de mélanges vitrifiables sans sulfates.

(4) Les niveaux d'émission associés correspondent à l'utilisation d'un fioul contenant 1 % de soufre, en association avec des techniques secondaires de réduction des émissions.

## 1.6.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

52. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique (1)	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	Applicable dans les limites des contraintes liées au mélange vitrifiable pour le type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en composés fluorés et/ou chlorés du mélange vitrifiable et optimisation des bilans massiques de fluor et/ou de chlore.  Les composés fluorés sont utilisés pour conférer des caractéristiques particulières aux verres spéciaux (par ex. verre d'éclairage opaque, verre optique).  Les composés chlorés peuvent être utilisés comme affinateurs pour la fabrication de verre borosilicaté.	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

(1) Les techniques sont décrites dans la section 1.10.4.

Tableau 42

**NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur des verres spéciaux**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl <sup>(2)</sup>	< 10 – 20	< 0,03 – 0,05
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 1 – 5	< 0,003 – 0,04 <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  a été appliqué (voir tableau 2), tandis que certaines valeurs ont été déterminées par approximation. Il peut s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de verre produit.

<sup>(2)</sup> Les valeurs hautes de la fourchette sont associées à l'utilisation de composés chlorés dans le mélange vitrifiable.

<sup>(3)</sup> La valeur haute de la fourchette a été calculée à partir de certaines données communiquées.

## 1.6.5. Métaux provenant des fours de fusion

53. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	Applicable dans les limites des contraintes liées au type de verre produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières
ii. Limiter le plus possible l'utilisation de composés métalliques dans le mélange vitrifiable par un choix approprié des matières premières lorsqu'il est nécessaire de colorer ou de décolorer le verre ou de lui conférer des caractéristiques spéciales.	Les techniques sont applicables d'une manière générale
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.5.

Tableau 43

**NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion dans le secteur des verres spéciaux**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(3)</sup>
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,1 – 1	< 0,3 – $3 \times 10^{-3}$
$\Sigma$ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 5	< 3 – $15 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Les niveaux se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Les niveaux les plus faibles correspondent aux NEA-MTD lorsque des composés métalliques ne sont pas utilisés intentionnellement dans le mélange vitrifiable.

<sup>(3)</sup> Un facteur de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  a été appliqué (voir tableau 2), et certaines des valeurs indiquées dans le tableau sont des approximations. Il peut s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de production.

## 1.6.6. Émissions des procédés en aval

54. Pour les procédés en aval générateurs de poussières, la MTD consiste à réduire les émissions de poussières et de métaux par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réalisation des opérations génératrices de poussières (ex. découpe, meulage, polissage) en phase liquide.	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Application d'un système de filtres à manches	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.8.

Tableau 44

**NEA-MTD pour les émissions de poussières et de métaux provenant des procédés en aval dans le secteur des verres spéciaux, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Poussières	1 – 10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> ) <sup>(1)</sup>	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn) <sup>(1)</sup>	< 1 – 5

<sup>(1)</sup> Les niveaux indiqués se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux.

55. Dans le cas du polissage à l'acide, la MTD consiste à réduire les émissions de HF par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Description
i. Réduction dans toute la mesure possible des pertes de produit de polissage par une bonne étanchéité du système d'application	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Application d'une technique secondaire, par exemple une épuration par voie humide	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.6.

Tableau 45

**NEA-MTD pour les émissions de HF résultant du polissage à l'acide dans le secteur de la verrerie domestique, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 5

## 1.7. Conclusions sur les MTD pour le secteur de la laine minérale

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations de fabrication de laine minérale.

## 1.7.1. Poussières émises par les fours de fusion

56. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion au moyen d'un système d'électrofiltres ou de filtres à manches.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Système de filtration: électrofiltre ou filtre à manches	La technique est applicable d'une manière générale. Les électrofiltres ne sont pas utilisables avec les cubilots à vent chaud servant à la production de laine de roche, en raison du risque d'explosion par inflammation du monoxyde de carbone produit à l'intérieur du four

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.1.

Tableau 46

**NEA-MTD pour les émissions de poussières provenant du four de fusion dans le secteur de la laine minérale**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Poussières	< 10 – 20	< 0,02 – 0,050

<sup>(1)</sup> Des facteurs de conversion de  $2 \times 10^{-3}$  et de  $2,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur inférieure et la valeur supérieure de la fourchette des NEA-MTD (voir tableau 2), afin de couvrir la production de laine de verre et celle de laine de roche.

1.7.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

57. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique (1)	Applicabilité
i. Modifications de la combustion	
a) Réduction du rapport air/combustible	Applicable aux fours classiques fonctionnant en aérocombustion. Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four.
b) Réduction de la température de l'air de combustion	Applicable uniquement dans certaines circonstances propres à l'installation, à cause d'un rendement réduit du four et de besoins accrus en combustible (par ex, en cas d'utilisation de fours à récupérateurs au lieu de four à régénérateurs).
c) Combustion étagée: — Étagement de l'air — Étagement du combustible	L'étagement du combustible est applicable à la plupart des fours classiques en aérocombustion. L'étagement de l'air a une applicabilité très limitée en raison de sa complexité technique.
d) Recirculation des effluents gazeux	Cette technique n'est applicable qu'en cas d'utilisation de brûleurs spéciaux avec recirculation automatique des effluents gazeux.
e) Brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique est applicable d'une manière générale. Les résultats obtenus, du point de vue environnemental, sont généralement moins bons lorsque la technique est appliquée aux fours au gaz à brûleurs transversaux en raison de contraintes techniques et d'une moindre flexibilité des fours. Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four.
f) Choix du combustible	L'applicabilité est limitée par les contraintes liées à la disponibilité des différents types de combustibles, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre.
ii. Fusion électrique	Ne s'applique pas à la production de grands volumes de verre (> 300 tonnes/jour). Ne s'applique pas aux productions nécessitant d'importantes variations de la tirée. Nécessite une reconstruction complète du four.
iii. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four.

(1) Les techniques sont décrites à la section 1.10.2.

Tableau 47

NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur de la laine minérale

Paramètre	Produit	Technique de fusion	NEA-MTD	
			mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu (1)
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Laine de verre	Fours en aérocombustion et fours électriques	< 200 – 500	< 0,4 – 1,0
		Fusion à l'oxygène (2)	Sans objet	< 0,5
	Laine de roche	Tous types de fours	< 400 – 500	< 1,0 – 1,25

(1) Un facteur de conversion de  $2 \times 10^{-3}$  a été appliqué pour la laine de verre, et un facteur de  $2,5 \times 10^{-3}$  pour la laine de roche (voir tableau 2).

(2) Les niveaux obtenus dépendent de la qualité du gaz naturel et de l'oxygène disponibles (teneur en azote).

58. lorsque des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable servant à la production de laine de verre, la MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Limiter le plus possible l'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable. Les nitrates sont utilisés comme agent d'oxydation dans les mélanges vitrifiables à forte proportion de calcin externe afin de compenser la teneur en matières organiques du calcin	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées aux exigences de qualité du produit final.
ii. Fusion électrique	La technique est applicable d'une manière générale. La mise en œuvre de la fusion électrique nécessite une reconstruction complète du four.
iii. Fusion à l'oxygène	La technique est applicable d'une manière générale. Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.2.

Tableau 48

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur de la laine de verre lorsque des nitrates sont utilisés dans le mélange vitrifiable**

Paramètre	MTD	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimés en NO <sub>2</sub>	Réduction de l'apport de nitrates dans le mélange vitrifiable, en association avec des techniques primaires	< 500 – 700	< 1,0 – 1,4 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $2 \times 10^{-3}$  a été appliqué (voir tableau 2).

<sup>(2)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées à la fusion à l'oxygène.

1.7.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

59. La MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en soufre du mélange vitrifiable et optimisation du bilan soufre	Dans la production de laine de verre, la technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées à la disponibilité de matières premières à faible teneur en soufre, en particulier de calcin externe. Si le mélange vitrifiable contient une forte proportion de calcin externe, les possibilités d'optimisation du bilan soufre sont limitées car la teneur en soufre est variable.  Dans la production de laine de roche, l'optimisation du bilan soufre peut nécessiter un compromis entre l'élimination des émissions de SO <sub>x</sub> par traitement des effluents gazeux et la gestion des déchets solides qui résultent de ce traitement (poussières retenues par les filtres) et/ou du fibrage et qui peuvent être recyclées dans le mélange vitrifiable (briquettes) ou qui doivent être éliminées.
ii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité de combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	Les électrofiltres ne sont pas utilisables avec les cubilots à vent chaud servant à la production de laine de roche (voir MTD 56)
iv. Épuration par voie humide	La technique est applicable d'une manière générale, dans la limite des contraintes techniques, notamment la nécessité d'une station d'épuration des eaux usées spécifique.

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.3 et 1.10.6.

Tableau 49

NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur de la laine minérale

Paramètre	Produit/conditions	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	<b>Laine de verre</b>		
	Fours à gaz et fours électriques <sup>(2)</sup>	< 50 – 150	< 0,1 – 0,3
	<b>Laine de roche</b>		
	Fours à gaz et fours électriques <sup>(2)</sup>	< 350	< 0,9
	Cubilots à vent chaud, sans briquettes ni recyclage du laitier <sup>(3)</sup>	< 400	< 1,0
	Cubilots à vent chaud, avec briquettes ou recyclage du laitier <sup>(4)</sup>	< 1 400	< 3,5

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $2 \times 10^{-3}$  a été appliqué pour la laine de verre, et un facteur de  $2,5 \times 10^{-3}$  pour la laine de roche (voir tableau 2).

<sup>(2)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées à la fusion électrique. Les valeurs hautes sont associées à un fort taux de recyclage du calcin.

<sup>(3)</sup> Les NEA-MTD sont associés aux situations dans lesquelles la réduction des émissions de SO<sub>x</sub> est très prioritaire par rapport à une diminution de la production de déchets solides.

<sup>(4)</sup> Lorsque la réduction des déchets est nettement prioritaire par rapport à la réduction des émissions de SO<sub>x</sub>, des niveaux d'émission plus élevés sont à attendre. Il convient de s'appuyer sur un bilan soufre pour déterminer les niveaux réalisables.

## 1.7.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

60. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Description
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées au mélange vitrifiable et à la disponibilité des matières premières.
ii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	Les électrofiltres ne sont pas utilisables avec les cubilots à vent chaud servant à la production de laine de roche (voir MTD 56)

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.4.

Tableau 50

## NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur de la laine minérale

Paramètre	Produit	NEA-MTD	
		mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl	Laine de verre	< 5 – 10	< 0,01 – 0,02
	Laine de roche	< 10 – 30	< 0,025 – 0,075
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	Tous produits	< 1 – 5	< 0,002 – 0,013 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $2 \times 10^{-3}$  a été appliqué pour la laine de verre, et un facteur de  $2,5 \times 10^{-3}$  pour la laine de roche (voir tableau 2).

<sup>(2)</sup> Des facteurs de conversion de  $2 \times 10^{-3}$  et de  $2,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur inférieure et la valeur supérieure de la fourchette des NEA-MTD (voir tableau 2).

### 1.7.5. Sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) émis par les fours de fusion utilisés pour la production de la laine de roche

61. La MTD consiste à réduire les émissions de H<sub>2</sub>S du four de fusion en appliquant un système d'incinération des effluents gazeux pour oxyder le sulfure d'hydrogène en SO<sub>2</sub>

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Système d'incinération des effluents gazeux	La technique est applicable d'une manière générale aux cubilots à vent chaud utilisés pour la production de laine de roche

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.9.

Tableau 51

#### NEA-MTD pour les émissions de H<sub>2</sub>S du four de fusion dans le secteur de la laine de roche

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Sulfure d'hydrogène, exprimé en H <sub>2</sub> S	< 2	< 0,005

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $2,5 \times 10^{-3}$  a été appliqué pour la laine de roche (voir tableau 2).

### 1.7.6. Métaux provenant des fours de fusions

62. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées à la disponibilité des matières premières.  Pour la production de laine de verre, on utilise du manganèse comme oxydant dans le mélange vitrifiable en fonction de la quantité et de la qualité du calcin externe employé dans le mélange, et il est possible de réduire cet apport en conséquence
ii. Application d'un système de filtration	Les électrofiltres ne sont pas utilisables avec les cubilots à vent chaud servant à la production de laine de roche (voir MTD 56)

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites à la section 1.10.5.

Tableau 52

#### NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion dans le secteur de la laine minérale

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 0,2 – 1 <sup>(3)</sup>	< 0,4 – $2,5 \times 10^{-3}$
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 1 – 2 <sup>(3)</sup>	< 2 – $5 \times 10^{-3}$

<sup>(1)</sup> Les plages de valeurs se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Des facteurs de conversion de  $2 \times 10^{-3}$  et de  $2,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur inférieure et la valeur supérieure de la fourchette des NEA-MTD (voir tableau 2).

<sup>(3)</sup> Les valeurs hautes de la fourchette sont associées à l'utilisation de cubilots à vent chaud pour la production de laine de roche.

## 1.7.7. Émissions des procédés en aval

63. La MTD consiste à réduire les émissions provenant des procédés en aval par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
<p>i. laveurs à impact et cyclones</p> <p>La technique consiste à séparer les particules et les gouttelettes des effluents gazeux par inertie/impact, ainsi que les substances gazeuses par absorption partielle à l'aide d'eau. L'eau des procédés est normalement utilisée dans les séparateurs à impact. L'eau de procédé recyclée est filtrée avant réutilisation.</p>	<p>La technique est applicable d'une manière générale dans le secteur de la laine minérale; elle est applicable en particulier dans le cas de la laine de verre, pour le traitement des émissions provenant de la zone de formage (ensimage des fibres).</p> <p>Applicabilité limitée pour les procédés de production de la laine de roche, car la technique pourrait compromettre l'efficacité des autres techniques de réduction des émissions mises en œuvre.</p>
<p>ii. Épuration par voie humide</p>	<p>La technique est applicable d'une manière générale pour le traitement des effluents gazeux résultant du formage (ensimage des fibres) ou pour les effluents gazeux mixtes (formage plus étuve de polymérisation).</p>
<p>iii. Electrofiltres humides</p>	<p>La technique est applicable d'une manière générale pour le traitement des effluents gazeux résultant du formage (ensimage des fibres) ou provenant des étuves de polymérisation, ou pour les effluents gazeux mixtes (formage plus étuve de polymérisation).</p>
<p>iv. Filtres en laine de roche</p> <p>Il s'agit de structures en acier ou en béton dans lesquelles sont montées des plaques de laine de roche qui servent de milieu filtrant. Ce milieu filtrant doit être nettoyé ou remplacé périodiquement. Ce filtre convient aux effluents gazeux à teneur élevée en humidité et aux particules de nature collante.</p>	<p>L'applicabilité est essentiellement limitée aux procédés de production de laine de roche, pour l'épuration des gaz provenant de la zone de formage et/ou des étuves de polymérisation.</p>
<p>v. Incinération des effluents gazeux</p>	<p>La technique est applicable d'une manière générale pour le traitement des effluents gazeux provenant des étuves de polymérisation, en particulier dans le secteur de la production de laine de roche.</p> <p>Le traitement d'effluents gazeux mixtes (formage plus étuve de polymérisation) n'est pas économiquement viable en raison du volume important, de la faible concentration et de la faible température des effluents gazeux.</p>

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.7 et 1.10.9.

Tableau 53

**NEA-MTD pour les émissions atmosphériques provenant des procédés en aval dans le secteur de la laine minérale, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de produit fini
<i>Zone de formage – émissions mixtes résultant du formage et de l'étuve de polymérisation – émissions mixtes résultant du formage, de l'étuve de polymérisation et du refroidissement</i>		
Poussières totales	< 20 – 50	—
Phénol	< 5 – 10	—
Formaldéhyde	< 2 – 5	—
Ammoniac	30 – 60	—

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de produit fini
Amines	< 3	—
Total des composés organiques volatils exprimés en C	10 – 30	—
<b>Émissions des étuves de polymérisation</b> <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>		
Poussières totales	< 5 – 30	< 0,2
Phénol	< 2 – 5	< 0,03
Formaldéhyde	< 2 – 5	< 0,03
Ammoniac	< 20 – 60	< 0,4
Amines	< 2	< 0,01
Total des composés organiques volatils exprimés en C	< 10	< 0,065
NO <sub>x</sub> exprimés en NO <sub>2</sub>	< 100 – 200	< 1

(<sup>1</sup>) Ni l'épaisseur de la couche de laine minérale produite ni l'extrême concentration ou dilution des effluents gazeux n'ont d'incidence sur les niveaux d'émission exprimés en kg/tonne de produit fini. Un facteur de conversion de  $6,5 \times 10^{-3}$  a été utilisé.

(<sup>2</sup>) En cas de production de laines minérales de haute densité ou à teneur élevée en liant, les niveaux d'émission associés aux MTD spécifiées pour le secteur pourraient être nettement plus élevées que les NEA-MTD indiquées dans le tableau. Si ces types de produits représentent la majorité de la production d'une installation donnée, il convient d'envisager d'autres techniques.

#### 1.8. Conclusions sur les MTD pour la fabrication de laines d'isolation haute température (LIHT)

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations de fabrication de LIHT.

##### 1.8.1. Émissions de poussières résultant de la fusion et des procédés en aval

64. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion au moyen d'un système de filtration.

Technique ( <sup>1</sup> )	Applicabilité
Le système de filtration consiste généralement en un filtre à manches	La technique est applicable d'une manière générale

(<sup>1</sup>) La technique est décrite dans la section 1.10.1.

Tableau 54

#### NEA-MTD pour les émissions de poussières du four de fusion dans le secteur des LIHT

Paramètre	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm <sup>3</sup>
Poussières	Épuration des effluents gazeux par systèmes de filtration	< 5 – 20 ( <sup>1</sup> )

(<sup>1</sup>) Les valeurs sont associées à l'utilisation d'un système de filtres à manches.

65. Pour les procédés en aval qui génèrent des poussières, la MTD consiste à réduire les émissions par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
<p>i. Réduire dans toute la mesure possible les pertes de produit par une bonne étanchéité de la ligne de production, si cela est techniquement réalisable.</p> <p>Les sources possibles d'émissions de poussières et de fibres sont les suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— fibrage et collecte</li> <li>— formation de la nappe (aiguilletage)</li> <li>— calcination du lubrifiant</li> <li>— découpe, ébarbage et emballage du produit fini</li> </ul> <p>La conception, l'étanchéité et l'entretien appropriés des systèmes de transformation en aval sont essentiels pour éviter les pertes de produit par émissions dans l'air.</p>	Les techniques sont applicables d'une manière générale
<p>ii. Découpe, ébarbage et emballage sous aspiration au moyen d'un système d'extraction efficace associé à un filtre à manches.</p> <p>Mise en dépression du poste de travail (machine de découpe, carton d'emballage) afin d'extraire les particules et les fibres et de les diriger vers un filtre à manches.</p>	
<p>iii. Application d'un système de filtres à manches <sup>(1)</sup>.</p> <p>Les effluents gazeux provenant des activités en aval (fibrage, aiguilletage de la nappe, calcination du lubrifiant) sont acheminés vers un système d'épuration consistant en un filtre à manches.</p>	

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.1.

Tableau 55

**NEA-MTD pour les procédés en aval qui génèrent des poussières dans le secteur des LIHT**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Poussières <sup>(1)</sup>	1 – 5

<sup>(1)</sup> Les valeurs basses de la fourchette sont associées aux émissions de fibres de silicate d'aluminium/fibres céramiques réfractaires (FSA/FCR).

1.8.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion et les procédés en aval

66. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de calcination du lubrifiant en contrôlant et/ou en modifiant la combustion.

Technique	Applicabilité
<p>Contrôle et/ou modifications de la combustion</p> <p>Les techniques visant à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> thermiques consistent notamment à contrôler les principaux paramètres de combustion:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— rapport air/combustible (concentration d'oxygène dans la zone de réaction)</li> <li>— température de la flamme</li> <li>— temps de séjour dans la zone à haute température.</li> </ul> <p>Un contrôle efficace de la combustion consiste à créer des conditions moins favorables à la formation de NO<sub>x</sub>.</p>	La technique est applicable d'une manière générale

Tableau 56

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de calcination du lubrifiant dans le secteur des LIHT**

Paramètre	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> exprimés en NO <sub>2</sub>	Contrôle et/ou modifications de la combustion	100 – 200

1.8.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion et les procédés en aval

67. La MTD consiste à réduire les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion et des procédés en aval par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique (1)	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir une composition de mélange à faible teneur en métaux	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées à la disponibilité des matières premières.
ii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité des combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre

(1) Les techniques sont décrites dans la section 1.10.3.

Tableau 57

**NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> des fours de fusion et des procédés en aval dans le secteur des LIHT**

Paramètre	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>x</sub> exprimé en SO <sub>2</sub>	Techniques primaires	< 50

## 1.8.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

68. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion par une sélection des matières premières visant à obtenir une composition de mélange à faible teneur en chlore et en fluor

Technique (1)	Applicabilité
Sélection des matières premières de manière à obtenir une composition de mélange à faible teneur en chlore et en fluor	La technique est applicable d'une manière générale

(1) La technique est décrite dans la section 1.10.4.

Tableau 58

**NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur des LIHT**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl	< 10
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 5

## 1.8.5. Métaux émis par les fours de fusion et les procédés en aval

69. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion et/ou des procédés en aval par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir une composition de mélange à faible teneur en métaux	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Application d'un système de filtration	

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.5.

Tableau 59

## NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion et/ou des procédés en aval dans le secteur des LIHT

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>
	mg/Nm <sup>3</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 1
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5

<sup>(1)</sup> Les niveaux se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

## 1.8.6. Composés organiques volatils émis par les procédés en aval

70. La MTD consiste à réduire les émissions de composés organiques volatils (COV) du four de calcination du lubrifiant par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Contrôle de la combustion et surveillance des émissions de CO associées.  La technique consiste à contrôler les paramètres de combustion (par ex., la concentration d'oxygène dans la zone de réaction, la température de la flamme) afin d'assurer la combustion complète des composés organiques (polyéthylène glycol) contenus dans les effluents gazeux. La surveillance des émissions de monoxyde de carbone permet de contrôler la présence de matières organiques non brûlées.	La technique est applicable d'une manière générale  La viabilité économique peut limiter l'applicabilité de ces techniques étant donné les faibles volumes d'effluents gazeux et les faibles concentrations de COV.
ii. Incinération des effluents gazeux	
iii. Épuration par voie humide	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans les sections 1.10.6 et 1.10.9.

Tableau 60

## NEA-MTD pour les émissions de COV du four de calcination du lubrifiant dans le secteur des LIHT, en cas de traitement séparé

Paramètre	MTD	NEA-MTD
		mg/Nm <sup>3</sup>
Composés organiques volatils exprimés en C	Techniques primaires et/ou secondaires	10 – 20

### 1.9. Conclusions sur les MTD pour la production de frites

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section peuvent s'appliquer à toutes les installations de production de frites.

#### 1.9.1. Poussières émises par les fours de fusion

71. La MTD consiste à réduire les émissions de poussières contenues dans les effluents gazeux du four de fusion au moyen d'un système d'électrofiltres ou de filtres à manches.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
Système de filtration: électrofiltre ou filtre à manches	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.1.

Tableau 61

#### NEA-MTD pour les émissions de poussières du four de fusion dans le secteur des frites

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Poussières	< 10 – 20	< 0,05 – 0,15

<sup>(1)</sup> Des facteurs de conversion de  $5 \times 10^{-3}$  et de  $7,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur inférieure et la valeur supérieure de la fourchette des NEA-MTD (voir tableau 2). Il peut toutefois s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de combustion.

#### 1.9.2. Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion

72. La MTD consiste à réduire les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Limiter le plus possible l'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable. Dans la production de frites, on utilise des nitrates dans le mélange vitrifiable servant à la fabrication de nombreux produits afin d'obtenir les caractéristiques souhaitées.	Le remplacement des nitrates dans le mélange vitrifiable peut être limité par le coût élevé des substituts et/ou leur incidence plus lourde sur l'environnement, ainsi que par les exigences de qualité du produit final.
ii. Réduction de l'air parasite dans le four. La technique consiste à éviter l'entrée d'air dans le four en assurant l'étanchéité des blocs de brûleurs et de la zone d'enfournement, et en obturant toute autre ouverture du four de fusion.	La technique est applicable d'une manière générale.
iii. Modifications de la combustion	
a) Réduction du rapport air/combustible	Applicable aux fours classiques fonctionnant en aérocombustion. Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
b) Réduction de la température de l'air de combustion	Applicable uniquement dans certaines conditions propres à l'installation, en raison d'une diminution de rendement du four et d'une augmentation de la consommation de combustible.
c) Combustion étagée: — Étagement de l'air — Étagement du combustible	L'étagement du combustible est applicable à la plupart des fours classiques en aérocombustion. L'étagement de l'air a une applicabilité très limitée en raison de sa complexité technique.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
d) Recirculation des effluents gazeux	Cette technique n'est applicable qu'en cas d'utilisation de brûleurs spéciaux avec recirculation automatique des effluents gazeux
e) Brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique est applicable d'une manière générale. Les meilleurs résultats sont obtenus lors d'une reconstruction normale ou complète du four, en association avec une conception et une géométrie optimales du four
f) Choix du combustible	L'applicabilité est limitée par les contraintes liées à la disponibilité des différents types de combustibles, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre
iv. Fusion à l'oxygène	Les meilleurs résultats du point de vue environnemental sont obtenus lorsque la technique est mise en œuvre lors d'une reconstruction complète du four

<sup>(1)</sup> La technique est décrite dans la section 1.10.2.

Tableau 62

**NEA-MTD pour les émissions de NO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur des frites**

Paramètre	MTD	Conditions d'exploitation	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
			mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
NO <sub>x</sub> exprimé en NO <sub>2</sub>	Techniques primaires	Fusion à l'oxygène, sans nitrates <sup>(3)</sup>	Sans objet	< 2,5 – 5
		Fusion à l'oxygène, avec utilisation de nitrates	Sans objet	5 – 10
		Combustion combustible/air ou combustible/air enrichi en oxygène, sans nitrates	500 – 1 000	2,5 – 7,5
		Combustion combustible/air ou combustible/air enrichi en oxygène, avec utilisation de nitrates	< 1 600	< 12

<sup>(1)</sup> Les fourchettes de valeurs tiennent compte de l'ensemble des effluents gazeux qui proviennent de fours appliquant différentes techniques de fusion et produisant divers types de frites, avec ou sans nitrates dans le mélange vitrifiable; ces effluents peuvent être acheminés vers une seule cheminée, ce qui empêche de caractériser chaque technique de fusion appliquée et les différents produits.

<sup>(2)</sup> Des facteurs de conversion de  $5 \times 10^{-3}$  et de  $7,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés pour déterminer respectivement la valeur inférieure et la valeur supérieure de la fourchette. Il peut toutefois s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de combustion (voir tableau 2).

<sup>(3)</sup> Les niveaux obtenus dépendent de la qualité du gaz naturel et de l'oxygène disponibles (teneur en azote).

**1.9.3. Oxydes de soufre (SO<sub>x</sub>) émis par les fours de fusion**

73. La MTD consiste à contrôler les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en soufre	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées à la disponibilité des matières premières.
ii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale
iii. Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	L'applicabilité peut être limitée par les contraintes liées à la disponibilité de combustibles à faible teneur en soufre, laquelle dépend de la politique énergétique de l'État membre

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.3.

Tableau 63

**NEA-MTD pour les émissions de SO<sub>x</sub> du four de fusion dans le secteur des frites**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
SO <sub>x</sub> , exprimé en SO <sub>2</sub>	< 50 – 200	< 0,25 – 1,5

<sup>(1)</sup> Des facteurs de conversion de  $5 \times 10^{-3}$  et de  $7,5 \times 10^{-3}$  ont été utilisés; toutefois, les valeurs indiquées dans le tableau peuvent avoir été déterminées par approximation. Il peut s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de combustion (voir tableau 2).

## 1.9.4. Chlorure d'hydrogène (HCl) et fluorure d'hydrogène (HF) émis par les fours de fusion

74. La MTD consiste à réduire les émissions de HCl et de HF du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées au mélange vitrifiable et à la disponibilité des matières premières.
ii. Réduire le plus possible les composés fluorés utilisés dans le mélange vitrifiable pour garantir la qualité du produit fini.  Les composés fluorés sont utilisés pour conférer des caractéristiques particulières aux frites (résistance thermique et chimique)	La réduction des composés fluorés ou leur remplacement par des substituts sont limités par les exigences de qualité du produit.
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	La technique est applicable d'une manière générale

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.4.

Tableau 64

**NEA-MTD pour les émissions de HCl et de HF du four de fusion dans le secteur des frites**

Paramètre	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(1)</sup>
Chlorure d'hydrogène, exprimé en HCl	< 10	< 0,05
Fluorure d'hydrogène, exprimé en HF	< 5	< 0,03

<sup>(1)</sup> Un facteur de conversion de  $5 \times 10^{-3}$  a été utilisé, tandis que certaines valeurs ont été déterminées par approximation. Il peut s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de combustion (voir tableau 2).

## 1.9.5. Métaux provenant des fours de fusions

75. La MTD consiste à réduire les émissions de métaux du four de fusion par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	La technique est applicable d'une manière générale, dans les limites des contraintes liées au type de fritte produit dans l'installation et à la disponibilité des matières premières.

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
ii. Limiter au maximum l'utilisation de composés métalliques dans le mélange vitrifiable lorsqu'il s'agit de colorer ou de conférer d'autres caractéristiques à la fritte	Les techniques sont applicables d'une manière générale
iii. Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.5.

Tableau 65

**NEA-MTD pour les émissions de métaux du four de fusion dans le secteur des frites**

Paramètre	NEA-MTD <sup>(1)</sup>	
	mg/Nm <sup>3</sup>	kg/tonne de verre fondu <sup>(2)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 1	< 7,5 × 10 <sup>-3</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5	< 37 × 10 <sup>-3</sup>

<sup>(1)</sup> Les niveaux se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux, tant en phase solide qu'en phase gazeuse.

<sup>(2)</sup> Un facteur de conversion de 7,5 × 10<sup>-3</sup> a été utilisé. Il peut s'avérer nécessaire d'appliquer un facteur de conversion spécifique, en fonction du type de combustion (voir tableau 2).

1.9.6. Émissions des procédés en aval

76. Pour les procédés en aval qui génèrent des poussières, la MTD consiste à réduire les émissions par une ou plusieurs des techniques suivantes:

Technique <sup>(1)</sup>	Applicabilité
i. Application de techniques de broyage humide. La technique consiste à broyer la fritte jusqu'à obtention d'une poudre de la granulométrie souhaitée, en présence de suffisamment d'eau pour former une suspension. L'opération est généralement réalisée dans un broyeur à boulets d'alumine, en présence d'eau.	Les techniques sont applicables d'une manière générale
ii. Application d'un système d'extraction efficace en association avec un dépoussiérage par filtre à manches pour le broyage à sec et le conditionnement du produit sec. Le dispositif de broyage et le poste de travail au niveau duquel le conditionnement est effectué sont mis en dépression afin de diriger les émissions de poussières vers un filtre à manches.	
iii. Application d'un système de filtration	

<sup>(1)</sup> Les techniques sont décrites dans la section 1.10.1.

Tableau 66

**NEA-MTD pour les émissions atmosphériques provenant des procédés en aval dans le secteur des frites, en cas de traitement séparé**

Paramètre	NEA-MTD
	mg/Nm <sup>3</sup>
Poussières	5 – 10
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	< 1 <sup>(1)</sup>
Σ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	< 5 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Les niveaux indiqués se rapportent à la somme des métaux présents dans les effluents gazeux.

**Glossaire:**

## 1.10. Description des techniques

## 1.10.1. Émissions de poussières

Technique	Description
Électrofiltre	Le fonctionnement d'un électrofiltre repose sur la charge et la séparation des particules sous l'effet d'un champ électrique. Les électrofiltres peuvent fonctionner dans des conditions très diverses.
Filtre à manches	Les filtres à manches sont constitués d'un tissu ou feutre perméable au travers duquel on fait passer les gaz afin d'en séparer les particules. Le tissu constituant le filtre doit être sélectionné en fonction des caractéristiques des effluents gazeux et de la température de fonctionnement maximale.
Réduction des composés volatils par modification des matières premières	Le mélange vitrifiable peut contenir des composés très volatils (par exemple, des composés de bore); il est possible de réduire la quantité de ces composés ou de les remplacer par d'autres, afin de réduire les émissions de poussière dues essentiellement au phénomène de volatilisation.
Fusion électrique	La technique consiste à utiliser un four de fusion dans lequel le chauffage est assuré par effet Joule. Dans les fours à voûte froide (dans lesquels les électrodes sont généralement placées en sole), le tapis de mélange vitrifiable recouvre la surface du verre en fusion, ce qui limite considérablement la volatilisation de certains composés du mélange (par exemple, les composés de plomb)

1.10.2. Émissions de NO<sub>x</sub>

Technique	Description
Modifications de la combustion	
i. Réduction du rapport air/combustible	La technique repose sur les caractéristiques suivantes: — limitation des entrées d'air dans le four — contrôle précis de l'air de combustion — conception modifiée de la chambre de combustion du four
ii. Réduction de la température de l'air de combustion	L'utilisation de fours à récupérateurs au lieu de fours à régénérateurs entraîne une diminution de la température de préchauffage de l'air et, par conséquent, une réduction de la température des flammes. Toutefois, cet abaissement de la température de préchauffage est associé à une diminution du rendement du four (diminution de la tirée spécifique), à une moindre efficacité énergétique et à une augmentation de la consommation de combustible, d'où un risque d'augmentation des émissions (en kg/tonne de verre).
iii. Combustion étagée:	— L'étagement de l'air consiste en une combustion sous – stoechiométrique puis en l'adjonction d'air ou d'oxygène dans le four pour obtenir une combustion complète. — Étagement du combustible – une flamme secondaire à faible impulsion se forme dans le conduit du brûleur (10 % de l'énergie totale); cette flamme secondaire couvre la racine de la flamme primaire et diminue la température du cœur de celle-ci.
iv. Recirculation des effluents gazeux	Consiste à réinjecter les effluents gazeux du four dans la flamme afin de réduire la quantité d'oxygène et donc, la température de la flamme. L'utilisation de brûleurs spéciaux repose sur la recirculation interne des gaz de combustion qui refroidissent la racine des flammes et réduisent la teneur en oxygène dans la partie la plus chaude des flammes.
v. Brûleurs à faibles émissions de NO <sub>x</sub>	La technique repose sur les principes suivants: réduction de la température maximale des flammes, combustion retardée mais complète et augmentation du transfert de chaleur (émissivité accrue de la flamme). Elle peut être associée à une conception modifiée de la chambre de combustion du four.

Technique	Description
vi. Choix du combustible	En général, les fours au fioul émettent moins de NO <sub>x</sub> que les fours à gaz en raison d'une meilleure émissivité thermique et de températures de flammes plus basses.
Conception spéciale du four	Les fours à récupérateurs intègrent diverses caractéristiques qui permettent de réduire la température des flammes. Les principales caractéristiques sont les suivantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>— type spécifique de brûleur (nombre et position)</li> <li>— géométrie modifiée du four (hauteur et dimensions)</li> <li>— préchauffage des matières premières en deux étapes, avec, dans un premier temps, les effluents gazeux qui passent au-dessus des matières premières qui entrent dans le four et ensuite, un préchauffeur de calcin externe placé en aval du récupérateur qui sert à préchauffer l'air de combustion.</li> </ul>
Fusion électrique	La technique consiste à utiliser un four de fusion dans lequel le chauffage est assuré par effet Joule. Les principales caractéristiques sont les suivantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>— les électrodes sont généralement placées en sole dans le four (four à voûte froide)</li> <li>— dans les fours électriques à voûte froide, il faut souvent utiliser des nitrates dans le mélange vitrifiable afin de créer les conditions d'oxydation nécessaires pour assurer la stabilité, la sécurité et l'efficacité du procédé de fabrication.</li> </ul>
Fusion à l'oxygène	La technique consiste à remplacer l'air de combustion par de l'oxygène (pureté > 90 %), ce qui empêche/limite la formation de NO <sub>x</sub> thermiques à partir de l'azote qui entre dans le four. La quantité d'azote résiduelle dans le four dépend de la pureté de l'oxygène fourni, de la qualité du combustible (% N <sub>2</sub> dans le gaz naturel) et des entrées d'air éventuelles.
Réduction chimique par combustible	La technique consiste à injecter du combustible fossile dans les effluents gazeux pour réduire chimiquement les NO <sub>x</sub> en N <sub>2</sub> par une série de réactions. Dans le procédé 3R, le combustible (gaz naturel ou fioul) est injecté à l'entrée du régénérateur. La technique est destinée aux fours à régénérateurs.
Réduction catalytique sélective (SCR)	La technique consiste à réduire les NO <sub>x</sub> en azote sur un lit catalytique par réaction avec l'ammoniac (introduit en général sous forme de solution aqueuse) à une température de fonctionnement optimale comprise entre 300 et 450 °C. Il est possible d'utiliser une ou deux couches de catalyseur. Le taux de réduction des NO <sub>x</sub> est amélioré si l'on augmente la quantité de catalyseur (deux couches)
Réduction non catalytique sélective (SNCR)	La technique consiste à réduire les NO <sub>x</sub> en azote par réaction avec de l'ammoniac ou de l'urée à haute température. La fenêtre de température de fonctionnement doit être maintenue entre 900 et 1 050 °C.
Limiter le plus possible l'utilisation de nitrates dans le mélange vitrifiable	Il convient de limiter autant que possible l'utilisation des nitrates afin d'éviter la formation des NO <sub>x</sub> qui résulte de la décomposition de ces matières premières lorsqu'elles sont utilisées comme oxydant dans la fabrication de produits de très haute qualité nécessitant un verre ultra- clair ou, pour d'autres verres, afin de leur conférer les qualités requises. Les deux techniques suivantes sont possibles: <ul style="list-style-type: none"> <li>— réduction des nitrates présents dans le mélange vitrifiable dans les limites compatibles avec les exigences de qualité du produit et les contraintes de fusion;</li> <li>— remplacement des nitrates par des substituts. Les sulfates, les oxydes d'arsenic et l'oxyde de cérium sont de bons substituts;</li> <li>— modifications du procédé (par exemple, conditions de combustion particulièrement oxydantes).</li> </ul>

1.10.3. Émissions de SO<sub>x</sub>

Technique	Description
Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	Une poudre sèche ou une suspension/solution de réactif alcalin est introduite et dispersée dans le flux d'effluents gazeux. Cette matière réagit avec les gaz soufrés en formant un solide qui doit être éliminé par filtration (filtre à manches ou électrofiltre). En général, l'utilisation d'une tour de réaction améliore l'efficacité du système d'épuration.
Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en soufre du mélange vitrifiable et optimisation du bilan soufre	La réduction de la teneur en soufre du mélange vitrifiable vise à réduire les émissions de SO <sub>x</sub> qui résultent de la dégradation des matières première soufrées (en général, des sulfates) utilisés comme affinants.  La réduction effective des émissions de SO <sub>x</sub> dépend de la rétention de composés soufrés dans le verre, qui peut varier considérablement en fonction du type de verre, ainsi que de l'optimisation du bilan soufre.
Utilisation de combustibles à faible teneur en soufre	On utilise du gaz naturel ou des combustibles à faible teneur en soufre afin de limiter les émissions de SO <sub>x</sub> qui résultent de l'oxydation du soufre contenu dans le combustible pendant la combustion.

## 1.10.4. Émissions de HCl et de HF

Technique	Description
Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en chlore et en fluor	La technique consiste à sélectionner soigneusement les matières premières qui sont susceptibles de contenir des impuretés constituées de chlorures et de fluorures (par ex., soude de synthèse, dolomie, calcin externe, poussière de filtre recyclée) afin de réduire à la source les émissions de HCl et de HF qui résultent de la dégradation de ces matières lors de la fusion.
Réduction dans toute la mesure possible de la teneur en composés fluorés et/ou chlorés du mélange vitrifiable et optimisation des bilans massiques de fluor et/ou de chlore.	Il est possible de réduire les émissions de fluor et/ou de chlore résultant de la fusion en limitant/réduisant la quantité de ces substances utilisée dans le mélange vitrifiable, dans les limites compatibles avec les exigences de qualité du produit final. Les composés fluorés (fluorine, cryolite, fluosilicate) sont utilisés pour conférer des caractéristiques particulières aux verres spéciaux (par ex. verre d'éclairage opaque, verre optique). Les composés chlorés peuvent être utilisés comme affinants.
Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	Une poudre sèche ou une suspension/solution de réactif alcalin est introduite et dispersée dans le flux d'effluents gazeux. Cette matière réagit avec les chlorures et fluorures gazeux en formant un solide qui doit être éliminé par filtration (filtre à manches ou électrofiltre).

## 1.10.5. Émissions de métaux

Technique	Description
Sélection des matières premières de manière à obtenir un mélange vitrifiable à faible teneur en métaux	La technique consiste à sélectionner soigneusement les matières premières qui sont susceptibles de contenir des impuretés métalliques (le calcin externe, par exemple) afin de réduire à la source les émissions de métaux qui résultent de la dégradation de ces matières lors de la fusion.
Réduction dans toute la mesure possible de l'utilisation de composés métalliques dans le mélange vitrifiable aux fins de la coloration et de la décoloration du verre, en fonction des exigences de qualité du verre définies par le consommateur	La réduction des émissions de métaux résultant du procédé de fusion peut être réalisée de la façon suivante: — Réduction de la quantité de composés métalliques utilisée dans le mélange vitrifiable (par ex., composés de fer, chrome, cobalt, cuivre et manganèse) pour produire du verre coloré. — Réduction de la quantité de composés de sélénium et d'oxyde de cérium utilisés comme agents de décoloration pour la fabrication de verre clair.

Technique	Description
Réduction dans toute la mesure possible de l'utilisation de composés de sélénium dans le mélange vitrifiable par un choix judicieux des matières premières	La réduction des émissions de sélénium résultant du procédé de fusion peut être réalisée de la façon suivante: <ul style="list-style-type: none"> <li>— réduction de la quantité de sélénium dans le mélange vitrifiable dans les limites compatibles avec les exigences de qualité du produit.</li> <li>— sélection de matières premières à base de sélénium moins volatiles afin de réduire le phénomène de volatilisation pendant la fusion.</li> </ul>
Application d'un système de filtration	Les systèmes de dépoussiérage (filtres à manches et électrofiltres) permettent de réduire tant les émissions de poussières que les émissions de métaux puisque les émissions atmosphériques de métaux provenant des procédés de fusion du verre se présentent dans une large mesure sous la forme de particules. Cependant, dans le cas des métaux qui forment des composés extrêmement volatils (comme le sélénium), l'efficacité de la filtration peut varier considérablement en fonction de la température de filtration
Épuration par voie sèche ou semi-sèche en association avec un système de filtration	Il est possible de réduire sensiblement les émissions gazeuses de métaux par des techniques d'épuration par voie sèche ou semi-sèche utilisant un réactif alcalin. Le réactif alcalin réagit avec les espèces gazeuses en formant un solide qui doit être éliminé par filtration (filtre à manches ou électrofiltre).

#### 1.10.6. Émissions gazeuses mixtes (par ex., SO<sub>x</sub>, HCl, HF, composés de bore)

Épuration par voie humide	Dans l'épuration par voie humide, les composés gazeux sont dissous dans un liquide approprié (eau ou solution alcaline). En aval de l'épurateur humide, les effluents gazeux sont saturés d'eau et il convient de séparer les gouttelettes avant d'évacuer les effluents gazeux. Le liquide obtenu doit être traité par un système d'épuration des eaux usées et la matière insoluble est alors récupérée par sédimentation ou filtration.
---------------------------	--

#### 1.10.7. Émissions mixtes (solides + gazeuses)

Technique	Description
Épuration par voie humide	L'épuration par voie humide (au moyen d'un liquide approprié: eau ou solution alcaline) permet d'éliminer simultanément les composés solides et gazeux. Les critères de conception sont différents selon qu'il s'agit d'éliminer des particules ou des composés gazeux. Par conséquent, la conception résulte souvent d'un compromis entre les deux options. Le liquide obtenu doit être traité par un système d'épuration des eaux usées et la matière insoluble (rejets solides et produits des réactions chimiques) est alors récupérée par sédimentation ou filtration. Dans le secteur de la laine minérale et des fibres de verre à filament continu, les systèmes les plus couramment utilisés sont: <ul style="list-style-type: none"> <li>— les tours de lavage à garnissage avec séparateurs à impact en amont</li> <li>— les laveurs Venturi</li> </ul>
Électrofiltre humide	Dans un électrofiltre humide, les matières collectées sont éliminées des plaques des collecteurs par rinçage au moyen d'un liquide approprié, généralement de l'eau. Un dispositif est souvent prévu pour séparer les gouttelettes d'eau avant évacuation des effluents gazeux (dévésiculeur ou dernier champ à sec).

#### 1.10.8. Émissions résultant des opérations de découpe, de meulage et de polissage

Technique	Description
Réalisation des opérations génératrices de poussières (ex. découpe, meulage, polissage) en phase liquide.	L'eau sert généralement de fluide de refroidissement pour les opérations de découpe, de meulage et de polissage, et permet d'éviter les émissions de poussières. Un système d'extraction équipé d'un dévésiculeur peut s'avérer nécessaire.

Technique	Description
Application d'un système de filtres à manches	L'utilisation de filtres à manches permet de réduire à la fois les émissions de poussières et les émissions de métaux car les rejets métalliques des procédés en aval se présentent dans une large mesure sous la forme de particules.
Réduction dans toute la mesure possible des pertes de produit de polissage par une bonne étanchéité du système d'application	Le polissage à l'acide consiste à immerger les articles en verre dans un bain de polissage composé d'acide fluorhydrique et d'acide sulfurique. Le dégagement de vapeurs peut être limité par une conception et un entretien approprié du système d'application afin de réduire les pertes.
Application d'une technique secondaire, par exemple une épuration par voie humide	L'épuration par voie humide à l'eau est utilisée pour traiter les effluents gazeux, en raison de l'acidité des émissions et de la haute solubilité des polluants gazeux à éliminer.

#### 1.10.9. Émissions de H<sub>2</sub>S et de COV

Incinération des effluents gazeux	<p>Il s'agit d'un dispositif de post-combustion qui oxyde le sulfure d'hydrogène (généralisé par les conditions fortement réductrices régnant dans le four de fusion) en dioxyde de soufre, et le monoxyde de carbone en dioxyde de carbone.</p> <p>Les composés organiques sont incinérés par voie thermique, ce qui entraîne leur oxydation en dioxyde de carbone avec formation d'eau et d'autres produits de combustion (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>).</p>
-----------------------------------	---