

II

(Actes non législatifs)

DÉCISIONS

DÉCISION D'EXÉCUTION DE LA COMMISSION

du 26 mars 2013

établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour la production de ciment, de chaux et d'oxyde de magnésium, au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles

[notifiée sous le numéro C(2013) 1728]

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

(2013/163/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) ⁽¹⁾ 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) tels que définis à 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 termes, 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 II 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 associés aux MTD 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.
- (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.

⁽¹⁾ JO L 334 du 17.12.2010, p. 17.

- (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 ⁽¹⁾ 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 2012, l'avis ⁽²⁾ de ce forum sur le contenu proposé du document de référence MTD pour la production de ciment, de chaux et d'oxyde de magnésium 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 production de ciment, de chaux et d'oxyde de magnésium sont énoncées dans l'annexe de la présente décision.

Article 2

Les États membres sont destinataires de la présente décision.

Fait à Bruxelles, le 26 mars 2013.

Par la Commission

Janez POTOČNIK

Membre de la Commission

⁽¹⁾ JO C 146 du 17.5.2011, p. 3.

⁽²⁾ http://circa.europa.eu/Public/irc/env/ied/library?l=/ied_art_13_forum/opinions_article

ANNEXE

CONCLUSIONS SUR LES MTD POUR LA PRODUCTION DE CIMENT, DE CHAUX ET D'OXYDE DE MAGNÉSIUM

DOMAINE D'APPLICATION	5
NOTE SUR L'ÉCHANGE D'INFORMATIONS	6
DÉFINITIONS	6
CONSIDÉRATIONS D'ORDRE GÉNÉRAL	7
CONCLUSIONS SUR LES MTD	8
1.1 Conclusions générales sur les MTD	8
1.1.1 Systèmes de management environnemental (SME)	8
1.1.2 Bruit	9
1.2 Conclusions sur les MTD pour l'industrie du ciment	10
1.2.1 Techniques primaires générales	10
1.2.2 Surveillance	11
1.2.3 Consommation d'énergie et choix du procédé	11
1.2.4 Utilisation des déchets	13
1.2.5 Émissions de poussières	14
1.2.6 Composés gazeux	17
1.2.7 Émissions de PCDD/F	21
1.2.8 Émissions de métaux	21
1.2.9 Pertes/déchets	22
1.3 Conclusions sur les MTD pour l'industrie de la chaux	22
1.3.1 Techniques primaires générales	22
1.3.2 Surveillance	23
1.3.3 Consommation d'énergie	23
1.3.4 Consommation de calcaire	25
1.3.5 Sélection des combustibles	25
1.3.6 Émissions de poussières	26
1.3.7 Composés gazeux	29
1.3.8 Émissions de PCDD/F	33
1.3.9 Émissions de métaux	33
1.3.10 Pertes/déchets	34

1.4	Conclusions sur les MTD pour l'industrie de l'oxyde de magnésium	34
1.4.1	Suivi	34
1.4.2	Consommation d'énergie	35
1.4.3	Émissions de poussières	35
1.4.4	Composés gazeux	37
1.4.5	Pertes/déchets	39
1.4.6	Utilisation de déchets comme combustible et/ou matière première	40
	DESCRIPTION DES TECHNIQUES	40
1.5	Description des techniques pour l'industrie du ciment	40
1.5.1	Émissions de poussières	40
1.5.2	Émissions de NO _x	41
1.5.3	Émissions de SO _x	42
1.6	Description des techniques pour l'industrie de la chaux	43
1.6.1	Émissions de poussières	43
1.6.2	Émissions de NO _x	44
1.6.3	Émissions de SO _x	44
1.7	Description des techniques pour l'industrie de l'oxyde de magnésium (voie sèche)	44
1.7.1	Émissions de poussières	44
1.7.2	Émissions de SO _x	45

DOMAINE D'APPLICATION

Les présentes conclusions sur les MTD concernent les activités industrielles spécifiées à l'annexe I, section 3.1., de la directive 2010/75/CE, à savoir:

3.1. Production de ciment, chaux et oxyde de magnésium, ce qui comprend:

- a) la production de clinker (ciment) dans des fours rotatifs avec une capacité de production supérieure à 500 tonnes par jour ou d'autres types de fours avec une capacité de production supérieure à 50 tonnes par jour;
- b) la production de chaux dans des fours avec une capacité de production supérieure à 50 tonnes par jour;
- c) la production d'oxyde de magnésium dans des fours avec une capacité de production supérieure à 50 tonnes par jour.

En ce qui concerne le point 3.1 c) ci-dessus, les présentes conclusions sur les MTD ne portent que sur la production de MgO par voie sèche à partir de magnésite naturelle (carbonate de magnésium – MgCO_3)

En particulier, pour ce qui est des activités susmentionnées, les présentes conclusions sur le MTD couvrent les aspects suivants:

- production de ciment, chaux et oxyde de magnésium (voie sèche)
- matières premières – stockage et préparation
- combustibles – stockage et préparation
- utilisation de déchets comme matières premières et/ou combustibles, exigences de qualité, contrôle et préparation
- produits - stockage et préparation
- emballage et expédition.

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

- la production d'oxyde de magnésium par voie humide à partir de chlorure de magnésium, qui fait l'objet du document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour les produits chimiques inorganiques en grand volume - solides et autres (LVIC-S);
- la production de chaux dolomitique (mélange d'oxydes de calcium et de magnésium) à très faible teneur en carbone obtenue par décarbonation quasi-totale de dolomie ($\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$). La teneur résiduelle en CO_2 du produit est inférieure à 0,25 % et la densité en vrac est largement inférieure à 3,05 g/cm³;
- les fours verticaux pour la production de clinker (ciment);
- les activités qui ne sont pas directement associées à l'activité primaire, telle que l'extraction en carrière.

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

Documents de référence	Activité
Émissions dues au stockage (EFS)	Stockage et manutention des matières premières et des produits
Principes généraux de surveillance (MON)	Surveillance des émissions
Industries de traitement des déchets (WT)	Traitement des déchets
Efficacité énergétique (ENE)	Efficacité énergétique en général
Aspects économiques et effets multimiliieux (ECM)	Aspects économiques et effets multimiliieux des techniques

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.

Lorsque les présentes conclusions sur les MTD concernent des usines de coïncinération de déchets, elles ne portent pas atteinte aux dispositions du chapitre IV ni de l'annexe VI de la directive 2010/75/UE.

Lorsque les présentes conclusions sur les MTD concernent l'efficacité énergétique, elles ne portent pas atteinte aux dispositions de la nouvelle directive 2012/27/EU du Parlement européen et du Conseil ⁽¹⁾ sur l'efficacité énergétique.

NOTE SUR L'ÉCHANGE D'INFORMATIONS

L'échange d'informations sur les MTD dans les secteurs du ciment, de la chaux et de l'oxyde de magnésium s'est achevé en 2008. Les informations disponibles à l'époque, complétées par les informations concernant les émissions liées à la production de magnésie, ont servi à l'élaboration des présentes conclusions sur les MTD.

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.
transformation majeure	transformation de l'unité/du four comprenant une modification profonde des exigences ou de la technologie du four, ou le remplacement du four
«utilisation de déchets comme combustible et/ou matière première»	Le terme englobe l'utilisation: — de déchets à pouvoir calorifique important, et — de déchets sans pouvoir calorifique important mais contenant des composants minéraux utilisés comme matières premières pour l'élaboration d'un produit intermédiaire, le clinker; et — de déchets qui ont à la fois un pouvoir calorifique important et des composants minéraux.

Définition de certains produits

Terme utilisé	Définition
Ciment blanc	Ciment relevant du code PRODCOM 2007 suivant: 26.51.12.10 – Ciments Portland blancs
Ciment spécial	Ciment relevant des codes PRODCOM 2007 suivants: — 26.51.12.50 – Ciment alumineux ou fondu — 26.51.12.90 – autres ciments hydrauliques
Chaux dolomitique ou dolomie calcinée	Mélange d'oxydes de calcium et de magnésium produits par la décarbonatation de la dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), présentant une teneur résiduelle en CO_2 supérieure à 0,25 % et une densité en vrac du produit commercial largement inférieure à 3,05 g/cm ³ . La teneur en MgO libre est habituellement comprise entre 25 et 40 %.
Dolomie frittée	Mélange d'oxydes de calcium et de magnésium utilisé uniquement dans la production de briques réfractaires et autres matériaux réfractaires et dont la densité en vrac minimale est de 3,05 g/cm ³ .

⁽¹⁾ JO L 315 du 14.11.2012, p. 1.

Définitions de certains polluants atmosphériques

Terme utilisé	Définition
NO _x exprimé en NO ₂	La somme de l'oxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO ₂) exprimée en NO ₂
SO _x exprimé en SO ₂	La somme du dioxyde de soufre (SO ₂) et du trioxyde de soufre (SO ₃) exprimée en SO ₂
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

Abréviations

ASK	four vertical annulaire
DBM	magnésie frittée
I-TEQ	équivalent international de toxicité
LRK	four long rotatif
MFSK	four vertical à alimentation mixte
OK	autres types de four Pour l'industrie de la chaux, il s'agit des types suivants: — four droit à double inclinaison — fours verticaux à brûleur central — fours verticaux à chambre externe — fours verticaux à brûleur en faisceau — fours verticaux à voûte interne — fours à grilles mobiles — fours avec mise en forme au sommet — fours à calcination rapide — fours à sole rotative
OSK	autres fours verticaux (fours verticaux autres que ASK et MFSK)
PCDD	dibenzo-p-dioxines polychlorées
PCDF	dibenzofuranes polychlorés
PFRK	four régénératif à courant parallèle
PRK	four rotatif avec préchauffeur

CONSIDÉRATIONS D'ORDRE GÉNÉRAL**Périodes de calcul de la moyenne et conditions de référence pour les émissions atmosphériques**

Les niveaux d'émission associés aux meilleures techniques disponibles (NEA-MTD) indiqués dans les présentes conclusions sur les MTD se réfèrent aux conditions standard: gaz sec à une température de 273 K et une pression de 1 013 hPa.

Les valeurs indiquées sous forme de concentrations s'appliquent dans les conditions de référence suivantes:

Activités		Conditions de référence
Activités faisant appel à des fours	Industrie du ciment	10 % d'oxygène en volume
	Industrie de la chaux ⁽¹⁾	11 % d'oxygène en volume
	Industrie de l'oxyde de magnésium (voie sèche) ⁽²⁾	10 % d'oxygène en volume
Activités ne faisant pas appel à des fours	Tous procédés	Pas de correction pour l'oxygène
	Unités d'hydratation de chaux	Émissions brutes (pas de correction pour l'oxygène et le gaz sec)

⁽¹⁾ Pour la chaux dolomitique frittée élaborée selon le «procédé à double passage», la correction pour l'oxygène ne s'applique pas.
⁽²⁾ Pour la magnésie frittée (DBM) élaborée selon le «procédé à double passage», la correction pour l'oxygène ne s'applique pas.

Pour les périodes de calcul des moyennes, les définitions suivantes s'appliquent:

Moyenne journalière	Valeur moyenne sur une période de 24 heures mesurée par surveillance continue des émissions
Moyenne sur la période d'échantillonnage	Valeur moyenne des mesures ponctuelles (périodiques) d'au moins 30 minutes chacune, sauf indication contraire.

Conversion à la concentration d'oxygène de référence

La formule pour calculer la concentration des émissions à un niveau d'oxygène de référence est la suivante:

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

où

E_R (mg/Nm³): concentration des émissions associée au niveau d'oxygène de référence O_R

O_R (vol %): niveau d'oxygène de référence

E_M (mg/Nm³): concentration des émissions associée au niveau d'oxygène mesuré O_M

O_M (vol %): niveau d'oxygène mesuré

CONCLUSIONS SUR LES MTD

1.1 Conclusions générales sur les MTD

Les MTD mentionnées dans la présente section s'appliquent à toutes les installations couvertes par les présentes conclusions sur les MTD (industrie du ciment, de la chaux et de l'oxyde de magnésium).

Les MTD spécifiques par procédé présentées dans les sections 1.2 à 1.4 s'appliquent en plus des MTD générales visées dans la présente section.

1.1.1 Systèmes de management environnemental (SME)

1. Afin d'améliorer la performance environnementale globale des unités/installations de production de ciment, chaux et oxyde de magnésium, la MTD pour la production consiste à mettre en œuvre et à respecter un système de management environnemental (SME) qui intègre 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) programmes de maintenance
 - (h) préparation et réaction aux situations d'urgence
 - (i) respect de la législation sur l'environnement;
- v. contrôle des performances et mise en œuvre 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 - MON)
 - (b) mesures correctives et préventives
 - (c) tenue de registres
 - (d) audit interne et 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 (par ex., le niveau de détail) 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 Bruit

2. Afin de réduire le plus possible les émissions sonores au cours de la fabrication de ciment, chaux et oxyde de magnésium, la MTD consiste à utiliser une combinaison des techniques suivantes:

	Technique
a	sélection d'un lieu d'implantation approprié pour des opérations bruyantes
b	isolation des opérations/unités bruyantes

	Technique
c	isolation aux vibrations des opérations/unités
d	application d'un revêtement intérieur et extérieur absorbant les chocs
e	utilisation de bâtiments insonorisés pour réaliser les opérations bruyantes mettant en œuvre des équipements de transformation des matériaux
f	utilisation de murs antibruit et/ou de barrières naturelles contre le bruit
g	mise en place de silencieux sur les cheminées d'évacuation
h	isolation des conduites et des bouches de soufflage situées dans des bâtiments insonorisés
i	fermeture des portes et des fenêtres des zones couvertes
j	isolation phonique des bâtiments abritant des machines
k	isolation phonique des ouvertures dans les murs, par exemple, par l'installation d'un sas à l'entrée d'un convoyeur à bande
l	installation de silencieux aux points d'échappement, par exemple de gaz à la sortie des unités de dépolluissage
m	réduction des débits dans les conduites
n	isolation phonique des conduites
o	application du principe de la séparation des sources de bruit et des composants susceptibles d'entrer en résonance, tels que les compresseurs et les conduites
p	utilisation de silencieux pour les ventilateurs filtrants
q	utilisation de modules insonorisés pour les dispositifs techniques (compresseurs par exemple)
r	utilisation de protections en caoutchouc pour les broyeurs (afin d'éviter le contact métal contre métal)
s	construction de bâtiments ou plantation d'arbres et d'arbustes entre la zone protégée et l'activité bruyante

1.2 Conclusions sur les MTD pour l'industrie du ciment

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD exposées dans la présente section s'appliquent à toutes les installations de l'industrie du ciment.

1.2.1 Techniques primaires générales

3. Afin de réduire les émissions provenant du four et d'utiliser efficacement l'énergie, la MTD consiste à assurer une cuisson homogène et stable, avec un four fonctionnant à des valeurs proches des valeurs de consigne des paramètres, au moyen des techniques suivantes:

	Technique
a	optimisation du contrôle des procédés, notamment par des systèmes automatiques informatisés
b	utilisation de dispositifs modernes d'alimentation en combustibles solides par gravité

4. Afin de prévenir et/ou de réduire les émissions, la MTD consiste à procéder à une sélection et à un contrôle rigoureux de toutes les substances introduites dans le four.

Description

Une sélection et un contrôle rigoureux de toutes les substances introduites dans le four permettent de réduire les émissions. La composition chimique des substances et leur mode d'alimentation dans le four sont des facteurs à prendre en considération lors de la sélection. Les substances préoccupantes peuvent inclure les substances mentionnées dans la MTD 11 et dans les MTD 24 à 28.

1.2.2 Surveillance

5. La MTD consiste à surveiller et à mesurer régulièrement les paramètres du procédé et les émissions conformément aux normes EN applicables ou, en l'absence de norme EN, conformément aux normes ISO, aux normes nationales ou à d'autres normes internationales qui garantissent la fourniture de données d'une qualité scientifique équivalente, notamment:

	Technique	Applicabilité
a	Mesures en continu des paramètres de procédés attestant la stabilité du procédé, tels que la température, la teneur en O ₂ , la pression et le débit.	Généralement applicable
b	Surveillance et stabilisation des paramètres critiques de procédé, à savoir le mélange homogène des matières premières, l'alimentation en combustible, le dosage régulier et l'excès d'oxygène.	Généralement applicable
c	Mesures en continu des émissions de NH ₃ liées à l'application de techniques SNCR	Généralement applicable
d	Mesures en continu des émissions de poussières, de NO _x , de SO _x et de CO	Applicable à la cuisson
e	Mesures périodiques des émissions de PCDD/F et de métaux	
f	Mesures en continu ou périodiques des émissions de HCl, HF et COT.	
g	Mesures en continu ou périodiques des poussières	Applicable aux activités non liées au four. Pour les petites sources (<10 000 Nm ³ /h) liées aux opérations génératrices de poussières autres que le refroidissement et les principaux procédés de broyage, la fréquence des mesures ou des contrôles de performance devrait se fonder sur un système de gestion de la maintenance.

Description

le choix entre les mesures en continu ou périodiques mentionnées dans la MTD 5, point f) est fondé sur la source d'émission et le type de polluant attendu.

1.2.3 Consommation d'énergie et choix du procédé

1.2.3.1 Choix du procédé

6. Afin de réduire la consommation d'énergie, la MTD consiste à utiliser un processus de cuisson par voie sèche avec un préchauffage à étages et une précalcination.

Description

Dans ce type de four, les gaz de sortie et la chaleur récupérée dans le refroidisseur peuvent servir à préchauffer et précalciner la matière première avant son entrée dans le four, ce qui permet de réaliser des économies d'énergie notables.

Applicabilité

Applicable aux nouvelles unités et aux transformations majeures en fonction du taux d'humidité des matières premières.

Niveaux de consommation d'énergie associés aux MTD

Voir le tableau 1.

Tableau 1

Niveaux de consommation d'énergie associés aux MTD pour les nouvelles unités et les transformations majeures pour des procédés de cuisson par voie sèche avec préchauffage à étages et précalcination

Processus	Unité	Niveaux de consommation d'énergie associés aux MTD ⁽¹⁾
Procédé par voie sèche avec préchauffage et précalcination en plusieurs étapes.	MJ/tonne de clinker	2 900 – 3 300 ⁽²⁾ ⁽³⁾

⁽¹⁾ Les niveaux ne s'appliquent pas aux unités produisant du ciment spécial ou du ciment (clinker) blanc qui requièrent des températures de procédé nettement supérieures en raison des spécifications des produits en cause.

⁽²⁾ Dans des conditions d'exploitation normales (hors démarrages et mises à l'arrêt, par exemple) et optimisées.

⁽³⁾ La capacité de production influe sur la demande d'énergie, les grandes capacités permettant des économies d'énergie et les capacités réduites ayant une demande énergétique plus forte. La consommation dépend également du nombre d'étages de cyclones de préchauffage, un nombre élevé de cyclones faisant baisser la consommation énergétique de la cuisson. Le nombre approprié de cyclones de préchauffage est principalement déterminé par la teneur en humidité des matières premières.

1.2.3.2 Consommation d'énergie

7. Afin de réduire le plus possible la consommation d'énergie thermique, la MTD consiste à combiner les techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Mise en œuvre de systèmes de four améliorés et optimisés et de cuissons homogènes et stables, avec un four fonctionnant à des valeurs proches des valeurs de consigne des paramètres, au moyen des techniques suivantes: I. optimisation du contrôle des procédés, notamment par des systèmes automatiques informatisés II. systèmes modernes d'alimentation en combustibles solides par gravité III. préchauffage et précalcination dans la mesure du possible, compte tenu de la configuration existante du four.	Applicable d'une manière générale. Pour les fours existants, l'applicabilité du préchauffage et de la précalcination est fonction de la configuration du four.
b	Récupération de la chaleur excédentaire en provenance des fours, notamment au niveau de leur zone de refroidissement. En particulier, la chaleur excédentaire du four en provenance de la zone de refroidissement (air chaud) ou du préchauffeur peut servir à sécher les matières premières.	Généralement applicable dans l'industrie du ciment. La récupération de la chaleur excédentaire en provenance de la zone de refroidissement est applicable lorsque des refroidisseurs à grille sont utilisés. Un rendement de récupération limité peut être atteint sur les refroidisseurs rotatifs.
c	Mise en œuvre du nombre approprié d'étages de cyclones en fonction des caractéristiques et des propriétés des matières premières et des combustibles utilisés.	Les étages de cyclones de préchauffage sont applicables dans le cas d'unités nouvelles et des transformations majeures.
d	Utilisation de combustibles dont les caractéristiques ont une influence positive sur la consommation d'énergie thermique.	Cette technique est applicable d'une manière générale aux fours à ciment, sous réserve des combustibles disponibles et, dans le cas de fours existants, sous réserve des possibilités techniques d'injection du combustible dans le four.
e	Lors du remplacement de combustibles conventionnels par des combustibles dérivés de déchets, utilisation de systèmes de four à ciment optimisés et adaptés à la combustion de déchets.	Généralement applicable à tous les types de fours à ciment
f	Réduction au minimum des dérivations (bypass).	Généralement applicable dans l'industrie du ciment.

Description

Plusieurs facteurs influent sur la consommation d'énergie des fours modernes, notamment les caractéristiques des matières premières (teneur en humidité, aptitude à la cuisson), les combustibles utilisés, leurs différentes caractéristiques, ainsi que l'utilisation d'un système de dérivation des gaz. En outre, la capacité de production du four influe sur la demande d'énergie.

Technique 7c: le nombre approprié d'étages de cyclones pour le préchauffage est déterminé par le débit et la teneur en humidité des matières premières et des combustibles qui doivent être séchés par la chaleur résiduelle des fumées, du fait de la grande variabilité des matières premières locales en ce qui concerne leur teneur en humidité ou leur aptitude à la cuisson.

Technique 7d: des combustibles conventionnels ou dérivés de déchets peuvent être utilisés dans l'industrie du ciment. Les caractéristiques des combustibles utilisés, telles qu'un pouvoir calorifique adéquat et un faible taux d'humidité, ont une influence favorable sur la consommation spécifique d'énergie du four.

Technique 7f: l'élimination de matières premières chaudes et de gaz chauds augmente la consommation d'énergie spécifique d'environ 6-12 MJ/tonne de clinker par point de pourcentage de gaz éliminé à l'entrée du four. De ce fait, la réduction au minimum des dérivations de gaz a un effet positif sur la consommation d'énergie.

8. Afin de réduire la consommation d'énergie primaire, la MTD consiste à envisager la réduction de la teneur en clinker du ciment et des produits cimentaires

Description

La réduction de la teneur en clinker du ciment et des produits cimentaires peut être obtenue par l'ajout de charges (fillers) et/ou d'additifs tels que du laitier de haut fourneau, du calcaire, des cendres volantes et de la pouzzolane, lors de la phase de broyage, conformément aux normes applicables concernant le ciment.

Applicabilité

Applicable d'une manière générale dans l'industrie du ciment, sous réserve de la disponibilité (locale) de charges et/ou d'additifs et des spécificités du marché local.

9. Afin de réduire la consommation d'énergie primaire, la MTD consiste à envisager le recours à des unités de cogénération/de production combinée de chaleur et d'électricité.

Description

Le recours à des unités de cogénération pour la production de vapeur et d'électricité ou à des unités de production combinée de chaleur et d'électricité peut se faire dans l'industrie du ciment en récupérant la chaleur perdue du refroidisseur à clinker ou des effluents gazeux des fours selon les procédés à cycle de vapeur conventionnels ou d'autres techniques. En outre, la chaleur excédentaire du refroidisseur à clinker ou des fumées des fours peut être récupérée pour du chauffage urbain ou des applications industrielles.

Applicabilité

La technique est applicable à tous les fours à ciment pour autant qu'une chaleur excédentaire suffisante soit disponible, que les paramètres de procédé appropriés puissent être atteints et que la viabilité économique soit assurée.

10. Afin de réduire le plus possible la consommation d'électricité, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Utilisation de systèmes de gestion de la consommation électrique.
b	Utilisation d'équipements de broyage et d'autres équipements électriques à haute efficacité énergétique.
c	Utilisation de systèmes de surveillance améliorés.
d	Réduction des fuites du circuit d'air d'air dans le système.
e	Optimisation du contrôle des procédés.

1.2.4 Utilisation des déchets

1.2.4.1 Contrôle de la qualité des déchets

11. Afin de garantir les caractéristiques des déchets qui seront utilisés comme combustibles et/ou matières premières dans un four à ciment et de réduire les émissions, la MTD consiste à appliquer les techniques suivantes:

	Technique
a	mise en place de systèmes d'assurance qualité afin de garantir les caractéristiques des déchets et d'analyser tout déchet destiné à servir de matière première et/ou de combustible dans un four à ciment, en ce qui concerne: I. la constance de la qualité II. les critères physiques, par exemple la formation d'émissions, la granulométrie, la réactivité, la combustibilité, la valeur calorifique III. les critères chimiques, par exemple la teneur en chlore, en soufre, en alcali et en phosphates ainsi que la teneur en métaux pertinents.
b	Contrôle de la quantité des paramètres pertinents pour tout déchet destiné à être utilisé comme matière première et/ou combustible dans un four à ciment, notamment chlore, métaux (cadmium, mercure, thallium par exemple), soufre, teneur totale en halogènes.
c	Application de systèmes d'assurance qualité pour chaque charge de déchets.

Description

Différents types de déchets peuvent remplacer les matières premières et/ou les combustibles fossiles dans la fabrication du ciment et contribueront à économiser les ressources naturelles.

1.2.4.2 Alimentation du four en déchets

12. Afin de garantir un traitement approprié des déchets utilisés comme combustible et/ou matières premières dans le four, la MTD consiste à utiliser les techniques suivantes:

	Technique
a	Utilisation de points appropriés pour l'introduction des déchets dans le four en termes de température et de temps de séjour, en fonction de la conception et de l'exploitation du four.
b	Introduction des déchets contenant des matières organiques susceptibles de se volatiliser avant la zone de calcination dans les zones du four où règne la température appropriée.
c	Exploitation du four de telle manière que le gaz résultant de la coïncinération des déchets soit porté, de façon contrôlée et homogène, même dans les conditions les plus défavorables, à une température de 850 °C pendant 2 secondes.
d	Élévation de la température à 1 100 °C en cas de coïncinération de déchets dangereux dont la teneur en substances organiques halogénées, exprimée en chlore, est supérieure à 1 %.
e	Alimentation en déchets continue et constante.
f	Report ou arrêt de la coïncinération des déchets lors des phases de démarrage et/ou d'arrêt, lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre la température et le temps de séjour appropriés, comme indiqué aux points a) à d) ci-dessus.

1.2.4.3 Gestion de la sécurité lors de l'utilisation de déchets dangereux

13. La MTD consiste à appliquer des mesures de gestion de la sécurité pour le stockage, la manutention et l'introduction de déchets dangereux dans le four, notamment une approche fondée sur les risques, en fonction de la source et du type de déchets, ainsi que pour l'étiquetage, le contrôle, l'échantillonnage et l'essai des déchets à traiter.

1.2.5 Émissions de poussières

1.2.5.1 Émissions de poussières diffuses

14. Afin de réduire le plus possible les émissions de poussières diffuses lors d'opérations générant de la poussière, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Implantation simple et linéaire de l'installation.	applicable uniquement aux nouvelles unités

	Technique	Applicabilité
b	Confinement/capotage des opérations génératrices de poussières, telles que le broyage, le criblage et le mélange	Généralement applicable
c	Capotage des convoyeurs et des élévateurs, qui sont conçus comme des systèmes clos, lorsque des émissions diffuses de poussières sont susceptibles d'être produites par des matières poussiéreuses.	
d	Réduction des fuites d'air et des points de déversement.	
e	Utilisation de dispositifs automatiques et de systèmes de contrôle.	
f	Priorité à la fluidité des opérations.	
g	Maintenance appropriée et complète de l'installation à l'aide d'équipements mobiles ou fixes de nettoyage par aspiration. — Au cours des opérations de maintenance ou en cas de problème avec les systèmes de convoyage, des déversements de matières peuvent survenir. Afin de prévenir la formation de poussières diffuses au cours des opérations de nettoyage, il convient d'utiliser des systèmes par aspiration. Les bâtiments neufs peuvent facilement être équipés de systèmes fixes de nettoyage par aspiration, les bâtiments existants étant normalement mieux adaptés aux systèmes mobiles avec raccords flexibles. — Dans des cas particuliers, un procédé par circulation peut être préféré pour les systèmes de transport pneumatiques.	
h	Ventilation et collecte de la poussière dans des filtres à manches: — Dans la mesure du possible, toutes les opérations de manutention devraient être réalisées dans des systèmes clos maintenus en dépression. L'air aspiré à cet effet est alors dépoussiéré dans un filtre à manches avant son rejet dans l'atmosphère.	
i	Utiliser des stockages en milieu clos avec un système de manutention automatisé: — Les silos à clinker et les zones de stockage closes de matières premières entièrement automatisées sont considérés comme la solution la plus efficace au problème des poussières diffuses produites par le stockage de grands volumes. Ces genres de stockage sont équipés d'un ou plusieurs filtres à manches afin d'empêcher la formation de poussières diffuses lors des opérations de chargement et de déchargement. — Utilisation de silos de stockage avec une capacité appropriée, des indicateurs de niveau avec coupe-circuits et des filtres pour traiter l'air chargé en poussières déplacé au cours des opérations de remplissage.	
j	Utilisation de tuyaux flexibles pour les processus de distribution et de chargement, équipés d'un système d'extraction des poussières pour le chargement du ciment et orientés en direction du plancher de chargement du camion.	

15. Afin de réduire le plus possible les émissions de poussières diffuses en provenance des zones de stockage en vrac, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Couvrir les zones de stockage en vrac ou les dépôts, ou les entourer d'écrans, de parois ou d'une enceinte végétale (barrières naturelles ou artificielles contre le vent dans le cas de dépôt en plein air).
b	Utiliser une protection contre le vent dans le cas des dépôts en plein air: — il convient d'éviter les dépôts de stockage en plein air de matériaux poussiéreux, mais lorsqu'il en existe, il est possible de réduire les poussières diffuses en utilisant des pare-vents correctement conçus.
c	Utiliser des pulvérisateurs d'eau et d'agents chimiques limitant les poussières: — lorsque la source de poussières diffuses est bien localisée, un système de pulvérisation d'eau peut être installé. L'humidification des particules de poussière favorise leur agglomération et donc la déposition des poussières. Une large gamme d'agents chimiques est également disponible pour améliorer l'efficacité globale de la pulvérisation d'eau.

	Technique
d	Pavage, mouillage des routes et propreté: — Les zones fréquentées par des camions devraient si possible être pavées et les surfaces devraient être maintenues aussi propres que possible. Le mouillage des routes peut réduire les émissions de poussières diffuses, en particulier par temps sec. Les routes peuvent également être nettoyées par des balayeuses. De bonnes pratiques d'entretien de la propreté devraient être utilisées afin de réduire au minimum les émissions de poussières diffuses.
e	Assurer l'humidification des piles de stockage: — les émissions de poussières diffuses provenant des piles de stockage peuvent être réduites en assurant une humidification suffisante des points de chargement et de déchargement, et par l'utilisation de convoyeurs à bande réglables en hauteur.
f	Réglage de la hauteur de déchargement en fonction de la hauteur du tas, si possible automatiquement ou par réduction de la vitesse de déchargement, lorsqu'il n'est pas possible d'éviter des émissions de poussières diffuses aux points de chargement ou de déchargement..

1.2.5.2 Émissions canalisées de poussières provenant d'opérations générant de la poussière

La présente section concerne les émissions de poussières résultant des opérations générant de la poussière, autres que la cuisson, le refroidissement et les principaux procédés de broyage. Sont couverts les procédés tels que le concassage des matières premières, les convoyeurs et élévateurs de matières premières, le stockage des matières premières, du clinker et du ciment, le stockage des combustibles et l'expédition du ciment.

16. Afin de réduire les émissions canalisées de poussières, la MTD consiste à mettre en œuvre un système de gestion de la maintenance axé en particulier sur les performances de filtres destinés aux opérations générant de la poussière autres que la cuisson, le refroidissement et les principaux procédés de broyage. Compte tenu de ce système de gestion, la MTD consiste à recourir à l'épuration des effluents gazeux par voie sèche, à l'aide d'un filtre.

Description

Pour les opérations générant de la poussière, l'épuration des effluents gazeux est réalisée par voie sèche à l'aide d'un filtre, qui est habituellement un filtre à manches. Les filtres à manches sont décrits à la section 1.5.1.

Niveaux d'émission associés aux MTD

La NEA-MTD pour les émissions de poussières canalisées provenant d'opérations générant de la poussière (autres que la cuisson, le refroidissement et les principaux procédés de broyage) est $<10 \text{ mg/Nm}^3$, en moyenne sur la période d'échantillonnage (mesure ponctuelle pendant au moins une demi-heure).

Il convient de noter que pour les petites sources ($<10\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) il y a lieu de tenir compte d'une approche prioritaire, fondée sur le système de gestion de la maintenance, en ce qui concerne la fréquence du contrôle de la performance du filtre (voir également la MTD 5).

1.2.5.3 Émissions de poussière provenant des procédés de cuisson

17. Afin de réduire les émissions de poussières provenant des fumées de la cuisson, la MTD consiste à épurer les fumées par voie sèche à l'aide d'un filtre.

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
a	Électrofiltres	Applicable à tous les fours.
b	Filtres à manches	
c	Filtres hybrides	

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.5.1.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de poussières provenant des fumées de la cuisson est $<10 - 20 \text{ mg/Nm}^3$, en valeur journalière moyenne. Le niveau le plus bas est atteint en utilisant des filtres à manches ou des électrofiltres neufs ou mis à niveau.

1.2.5.4 Émissions de poussières résultant des processus de refroidissement et de broyage

18. Afin de réduire les émissions de poussières provenant des effluents gazeux issus des processus de refroidissement et de broyage, la MTD consiste à épurer les effluents gazeux par voie sèche à l'aide d'un filtre.

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
a	Électrofiltres	Généralement applicable aux refroidisseurs de clinker et aux broyeurs à ciment.
b	Filtres à manches	Généralement applicable aux refroidisseurs de clinker et aux broyeurs.
c	Filtres hybrides	Applicable aux refroidisseurs de clinker et aux broyeurs à ciment.

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.5.1.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de poussières provenant des effluents gazeux des processus de refroidissement et de broyage est $<10 - 20 \text{ mg/Nm}^3$, en valeur journalière moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant une demi-heure au moins). Le niveau le plus bas est atteint en utilisant des filtres à manches ou des électrofiltres neufs ou mis à niveau.

1.2.6 Composés gazeux

1.2.6.1 Émissions de NO_x

19. Afin de réduire les émissions de NO_x provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson et/ou de préchauffage/précalcination, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
a	Techniques primaires	
	I Refroidissement de la flamme	Applicable à tous les types de fours utilisés pour la fabrication du ciment. Le degré d'applicabilité peut être limité par les exigences relatives à la qualité du produit et par l'incidence possible sur la stabilité du procédé.
	II. Brûleurs à bas NO_x	Applicable à tous les fours rotatifs, aussi bien dans le four que dans le précalcinateur
	III. Chauffe en milieu de four	Généralement applicable aux fours longs rotatifs
	IV. Ajout de minéralisateurs afin d'améliorer l'aptitude à la cuisson du cru (clinker minéralisé)	Généralement applicable aux fours rotatifs sous réserve des exigences de qualité applicables au produit final
	V. Optimisation du procédé	Généralement applicable à tous les fours
b	Combustion étagée (combustibles conventionnels ou à base de déchets), également en combinaison avec un précalcinateur et l'utilisation d'un mélange combustible optimisé	En général, ne peut être appliqué que dans les fours équipés d'un précalcinateur. Des modifications importantes des unités sont nécessaires dans les systèmes de préchauffage à cyclones sans précalcinateur. Dans les fours sans précalcinateur, l'utilisation de combustibles en morceaux pourrait avoir un effet positif sur la réduction des NO_x en fonction de la capacité à produire une atmosphère réductrice contrôlée et à contenir les émissions de CO associées.
c	Réduction non catalytique sélective (SNCR)	En principe, applicable aux fours rotatifs à ciment. Les zones d'injection varient selon le type de four utilisé. Dans les fours longs à voie humide et les fours longs à voie sèche, il peut s'avérer difficile d'obtenir la bonne température et les temps de séjour nécessaires. Voir aussi MTD 20.
d	Réduction catalytique sélective (SCR)	L'applicabilité dépend du développement d'un catalyseur et d'un procédé appropriés dans l'industrie du ciment

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.5.2.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 2.

Tableau 2

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les NO_x provenant des effluents gazeux de la cuisson et/ou du préchauffage/de la précalcination dans l'industrie du ciment

Type de four	Unité	NEA-MTD (moyenne journalière)
Fours avec préchauffeur	mg/Nm ³	<200 – 450 ⁽¹⁾ ⁽²⁾
Fours Lepol et fours longs rotatifs	mg/Nm ³	400 – 800 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Le niveau le plus élevé des NEA-MTD est de 500 mg/Nm³, si le niveau initial des NO_x après application des techniques primaires est >1 000 mg/Nm³.

⁽²⁾ La conception du système de four existant et les propriétés du mélange de combustibles, notamment l'aptitude à la cuisson des déchets et des matières premières (par exemple pour le ciment spécial ou le ciment (clinker) blanc), peuvent influencer sur la capacité à se situer dans la fourchette. Dans des conditions favorables, des niveaux inférieurs à 350 mg/Nm³ sont obtenus par certains fours en utilisant une SNCR. En 2008, la valeur basse de la fourchette (200 mg/Nm³) a été déclarée en tant que moyenne mensuelle pour trois installations (mélange combustible optimisé pour la cuisson) utilisant la SCNR.

⁽³⁾ En fonction des niveaux initiaux et des fuites d'ammoniac.

20. Lorsque la SNCR est utilisée, la MTD consiste à parvenir à une réduction efficace des NO_x tout en maintenant les fuites d'ammoniac au niveau le plus bas possible, à l'aide des techniques suivantes:

	Technique
a	Permettre un rendement de réduction des NO _x approprié et suffisant associé à un processus d'exploitation stable
b	Bonne distribution stoechiométrique de l'ammoniac afin de parvenir au meilleur rendement de réduction des NO _x et de réduire les fuites de NH ₃ .
c	Maintenir aussi bas que possible les émissions dues aux fuites de NH ₃ (émissions d'ammoniac non réagi) provenant des effluents gazeux, en tenant compte de la corrélation entre l'efficacité de réduction du NO _x et des fuites de NH ₃ .

Applicabilité

La SNCR est généralement applicable aux fours rotatifs à ciment. Les zones d'injection varient selon le type de procédé de four. Dans les fours longs à voie humide et les fours longs à voie sèche, il peut s'avérer difficile d'obtenir la bonne température et les temps de séjour nécessaires. Voir aussi MTD 19.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 3.

Tableau 3

Les niveaux d'émission associés aux MTD pour les fuites de NH₃ dans les effluents gazeux avec la SNCR

Paramètre	Unité	NEA-MTD (moyenne journalière)
Fuites NH ₃	mg/Nm ³	<30 – 50 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Les fuites d'ammoniac dépendent du niveau initial des émissions de NO_x et de l'efficacité de la réduction de ces émissions. Pour les fours Lepol et les fours longs rotatifs, ce niveau peut être encore plus élevé.

1.2.6.2 Émissions de SO_x

21. Afin de réduire/minimiser les émissions de SO_x provenant des effluents gazeux de la cuisson et/ou des procédés de préchauffage/précalcination, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
a	Addition d'absorbants	L'ajout d'absorbants est en principe applicable à tous les types de four, mais cette technique est principalement utilisée dans les préchauffeurs à suspension. L'ajout de chaux dans le cru réduit la qualité des granules/nodules et entraîne des problèmes d'écoulement dans les fours Lepol. Pour les fours avec préchauffeurs, on a observé que l'injection directe de chaux éteinte dans les fumées est moins efficace que l'ajout de chaux éteinte dans le cru.
b	Épurateur par voie humide	Applicable à tous les types de fours à ciment avec des niveaux appropriés (suffisants) de SO ₂ pour la fabrication du gypse.

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.5.3.

Description

En fonction de la qualité des matières premières et des combustibles, les niveaux des émissions de SO_x peuvent être maintenus bas sans imposer l'utilisation d'une technique de réduction.

Le cas échéant, des techniques primaires et/ou des techniques de réduction telles que l'ajout d'absorbants ou l'épuration par voie humide peuvent être utilisées pour réduire les émissions de SO_x.

Des épurateurs par voie humide ont déjà été utilisés dans des unités où les niveaux initiaux d'émissions de SO_x sans réduction étaient supérieurs à 800 – 1 000 mg/Nm³.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 4.

Tableau 4

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les SO_x provenant des effluents gazeux de la cuisson et/ou des procédés de préchauffage/précalcination dans l'industrie du ciment

Paramètre	Unité	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (moyenne journalière)
SO _x exprimé en SO ₂	mg/Nm ³	<50 – 400

⁽¹⁾ L'a fourchette tient compte de la teneur en soufre des matières premières.

⁽²⁾ Pour la production de ciment blanc et de ciment (clinker) spécial, la capacité du clinker à retenir le soufre du combustible pourrait être sensiblement plus faible, ce qui conduirait à des émissions de SO_x plus élevées.

22. Afin de réduire les émissions de SO₂ provenant du four, la MTD consiste à optimiser les procédés de broyage du cru.

Description

La technique consiste à optimiser les procédés de broyage des matières premières, le broyeur pouvant alors servir à réduire les émissions de SO₂ du four. Pour ce faire il faut agir sur des facteurs tels que:

- le taux d'humidité des matières premières
- la température du broyeur
- le temps de séjour dans le broyeur
- la granulométrie des matériaux broyés.

Applicabilité

Applicable si le procédé de broyage à sec est utilisé en mode composite.

1.2.6.3 Émissions de CO et pics de CO

1.2.6.3.1 Réduction des pics de CO

23. Afin de réduire au minimum la fréquence des pics de CO et limiter leur durée totale à moins de 30 minutes par an, la MTD consiste à combiner l'utilisation d'électrofiltres ou de filtres hybrides avec les techniques suivantes:

	Technique
a	Gestion des pics de CO de manière à réduire le temps d'arrêt des électrofiltres
b	Mesures continues automatiques du CO au moyen d'un dispositif à délai de réponse court et placé à proximité de la source de CO.

Description

Pour des raisons de sécurité, du fait des risques d'explosion, les électrofiltres devront être stoppés en cas de concentration élevée de CO dans les fumées. Les techniques suivantes préviennent les pics de CO et, partant, réduisent le temps d'arrêt des électrofiltres:

- contrôle du processus de combustion
- contrôle de la charge organique des matières premières
- contrôle de la qualité des combustibles et du système d'alimentation en combustible

Les perturbations surviennent surtout pendant la phase de démarrage. Pour un fonctionnement en toute sécurité, les analyseurs de gaz destinés à protéger les filtres électrostatiques doivent être actifs pendant toutes les phases d'exploitation, et l'existence d'un système de surveillance de secours fonctionnel permet de réduire les temps d'arrêt des filtres.

Le système de surveillance en continu du CO doit être réglé pour un temps de réaction optimal et devrait être implanté à proximité de la source de CO, par exemple au niveau d'une évacuation de la tour de préchauffage ou à l'entrée d'un four dans le cas d'un four à voie humide.

Si des filtres hybrides sont utilisés, la mise à la terre du support des manches avec le compartiment métallique est recommandée.

1.2.6.4 Émissions de carbone organique total (COT)

24. Afin de maintenir la teneur en COT des effluents gazeux de la cuisson à un faible niveau, la MTD consiste à éviter l'alimentation en matières premières à teneur élevée en composés organiques volatils (COV) dans le four par l'intermédiaire du circuit d'alimentation en matières premières.

1.2.6.5 Émissions de chlorure d'hydrogène (HCl) et de fluorure d'hydrogène (HF)

25. Afin d'éviter/de réduire les émissions de HCl provenant des effluents gazeux de la cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques primaires suivantes:

	Technique
a	Utilisation de matières premières et de combustibles à faible teneur en chlore
b	Limitation de la teneur en chlore de tous les déchets devant être utilisés comme matières premières et/ou comme combustible dans un four à ciment

Niveaux d'émission associés aux MTD

La NEA-MTD pour les émissions de HCl est $<10 \text{ mg/Nm}^3$, en valeur journalière moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant une demi-heure au moins).

26. Afin d'éviter/de réduire les émissions de HF provenant des effluents gazeux du four, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Utilisation de matières premières et de combustibles à faible teneur en fluor
b	Limitation de la teneur en fluor de tous les déchets devant être utilisés comme matières premières et/ou comme combustibles dans un four à ciment

Niveaux d'émission associés aux MTD

La NEA-MTD pour les émissions de HF est $<1 \text{ mg/Nm}^3$, en valeur journalière moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant une demi-heure au moins).

1.2.7 Émissions de PCDD/F

27. Afin d'éviter/de réduire les émissions de PCDD/F provenant des effluents gazeux du procédé de cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Sélectionner et contrôler rigoureusement les intrants dans le four (matières premières), à savoir le chlore, le cuivre et les composés organiques volatils	Généralement applicable
b	Sélectionner et contrôler rigoureusement les intrants dans le four (combustibles), à savoir le chlore et le cuivre	Généralement applicable
c	Limiter/éviter l'utilisation de déchets contenant des matières organiques chlorées	Généralement applicable
d	Éviter l'alimentation de combustibles à forte teneur en halogènes (chlore par exemple) pour la combustion secondaire	Généralement applicable
e	Refroidissement rapide des fumées de four à moins de 200 °C et réduction au minimum du temps de séjour des fumées et de la teneur en oxygène dans les zones où la température est comprise entre 300 et 450 °C.	Applicable aux fours longs rotatifs par voie humide et aux fours longs par voie sèche sans préchauffage. Dans les fours modernes avec préchauffeur et précalcinateur, cette caractéristique est déjà intégrée.
f	Arrêt de la coïncinération des déchets lors des phases de fonctionnement telles que le démarrage et/ou l'arrêt	Généralement applicable

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de PCDD/F provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson est $<0,05 - 0,1 \text{ ng PCDD/F I-TEQ/Nm}^3$, en moyenne sur la période d'échantillonnage (6 à 8 heures).

1.2.8 Émissions de métaux

28. Afin de réduire au minimum les émissions de métaux provenant des effluents gazeux de four, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes en combinaison:

	Technique
a	Sélection de matières à faible teneur en métaux à éviter et limitation de la teneur des métaux à éviter (mercure en particulier) des matières
b	Utilisation d'un système d'assurance qualité garantissant les caractéristiques des déchets utilisés
c	Utilisation de techniques efficaces de dépoussiérage, comme indiqué dans la MTD 17

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 5.

Tableau 5

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les métaux présents dans les fumées de la cuisson

Métaux	Unité	NEA-MTD [moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
Hg	mg/Nm ³	<0,05 ⁽²⁾
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	<0,05 ⁽¹⁾
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	< 0,5 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Des niveaux bas ont été signalés en fonction de la qualité des matières premières et des combustibles.

⁽²⁾ Des niveaux bas ont été signalés en fonction de la qualité des matières premières et des combustibles. Un examen plus approfondi s'impose en cas de valeurs supérieures à 0,03 mg/Nm³. Des valeurs proches de 0,05 mg/Nm³ imposent d'envisager le recours à des techniques supplémentaires (par exemple, abaissement de la température des fumées, charbon actif).

1.2.9 Pertes/déchets

29. Afin de réduire les déchets solides issus des procédés de fabrication du ciment et, en même temps, d'économiser les matières premières, la MTD consiste à:

	Technique	Applicabilité
a	réutiliser les poussières dans le procédé, partout où cela est possible	Généralement applicable, sous réserve de la composition chimique des poussières
b	utiliser les poussières dans d'autres produits commerciaux, lorsque c'est possible	L'utilisation des poussières dans d'autres produits commerciaux peut ne pas être du ressort de l'opérateur.

Description

Les poussières recueillies peuvent être recyclées dans les procédés de production partout où cela est possible. Ce recyclage peut se faire directement dans le four ou dans l'alimentation du four (la teneur en métaux alcalins étant le facteur limitant) ou par mélange avec les ciments. Une procédure d'assurance qualité pourrait s'avérer nécessaire lorsque les poussières recueillies sont recyclées dans les procédés de production. D'autres usages sont envisageables pour les matières qui ne peuvent être recyclées (par exemple, additifs pour la désulfuration des fumées dans les unités de combustion).

1.3 Conclusions sur les MTD pour l'industrie de la chaux

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

1.3.1 Techniques primaires générales

30. Afin de réduire les émissions provenant du four et d'utiliser efficacement l'énergie, la MTD consiste à assurer une cuisson homogène et stable, avec un four fonctionnant à des valeurs proches des valeurs de consigne des paramètres, au moyen des techniques suivantes:

	Technique
a	optimisation du contrôle des procédés, notamment par des systèmes automatiques informatisés
b	utilisation de systèmes d'alimentation en combustible solide modernes, gravimétriques, et/ou de débitmètres pour le gaz

Applicabilité

L'optimisation du contrôle des procédés est applicable à des degrés divers à toutes les unités de production de chaux. Il n'est généralement pas possible d'automatiser complètement le procédé, en raison de certains paramètres non maîtrisables tels que la qualité du calcaire.

31. Afin de prévenir et/ou de réduire les émissions, la MTD consiste à procéder à une sélection et à un contrôle rigoureux des matières premières introduites dans le four.

Description

Les matières premières introduites dans le four influent notablement sur les émissions dans l'air, du fait des impuretés qu'elles contiennent; une sélection rigoureuse des matières premières permet donc de réduire ces émissions à la source. Par exemple, les variations des teneurs en soufre et en chlore du calcaire et/ou de la dolomite influent sur la fourchette des émissions de SO₂ et de HCl dans les fumées, tandis que la présence de matières organiques influe sur les émissions de COT et de CO.

Applicabilité

L'applicabilité dépend de la disponibilité (locale) de matières premières à faible teneur en impuretés. Le type de produit final et le type de four utilisé peuvent représenter une contrainte supplémentaire.

1.3.2 Surveillance

32. La MTD consiste à surveiller et à mesurer régulièrement les paramètres du procédé et les émissions conformément aux normes EN applicables ou, en l'absence de norme EN, conformément aux normes ISO, aux normes nationales ou à d'autres normes internationales qui garantissent la fourniture de données d'une qualité scientifique équivalente, notamment:

	Technique	Applicabilité
a	Mesures en continu des paramètres de procédé attestant la stabilité du procédé, tels que la température, la teneur en O ₂ , la pression, le débit et les émissions de CO.	Applicable à la cuisson
b	Surveillance et stabilisation des paramètres critiques de procédé, par exemple l'alimentation en combustible, le dosage régulier et l'excès d'oxygène	
c	Mesures en continu ou périodiques des émissions de poussières, de NO _x , de SO _x , de CO et de NH ₃ en cas d'application de la SNCR	Applicable à la cuisson
d	Mesures en continu ou périodiques des émissions de HCl et de HF en cas de coïncinération de déchets	Applicable à la cuisson
e	Mesures en continu ou périodiques des émissions de COT ou mesures continues en cas de coïncinération de déchets	Applicable à la cuisson
f	Mesures périodiques des émissions de PCDD/F et de métaux	Applicable à la cuisson
g	Mesures en continu ou périodiques des émissions de poussières	Applicable aux activités non liées au four. Pour les petites sources (<10 000 Nm ³ /h), la fréquence des mesures devrait se fonder sur un système de gestion de la maintenance

Description

Le choix entre les mesures en continu ou périodiques mentionnées dans la MTD 32, points c) et f), est fondé sur la source d'émission et le type de polluant attendu.

Pour les mesures périodiques des émissions de poussières, de NO_x, de SO_x et de CO, une fréquence mensuelle, pouvant être ramenée à une fois par an en fonctionnement normal, est donnée à titre indicatif.

Dans le cas des mesures périodiques des émissions de PCDD/F, COT, HCl, HF et métaux, il convient d'appliquer une fréquence appropriée aux matières premières et aux combustibles utilisés dans le procédé.

1.3.3 Consommation d'énergie

33. Afin de réduire le plus possible la consommation d'énergie thermique, la MTD consiste à combiner les techniques suivantes:

	Technique	Description	Applicabilité
a	Mise en œuvre de fours améliorés et optimisés et de cuissons homogènes et stables, avec un four fonctionnant à des valeurs proches des valeurs de consigne des paramètres, au moyen des techniques suivantes: I. optimisation du contrôle de procédé II. récupération de la chaleur des effluents gazeux (par exemple utilisation de l'excès de chaleur des fours rotatifs pour sécher le calcaire aux fins d'autres procédés tels que le broyage du calcaire) III. systèmes modernes d'alimentation en combustibles solides, fondés sur la gravimétrie IV. maintenance des matériels (étanchéité à l'air, érosion du réfractaire, par exemple) V. utilisation d'une granulométrie optimisée du calcaire	Le maintien des paramètres du four à des valeurs proches de l'optimal a pour effet de réduire tous les paramètres de la consommation, notamment du fait de la réduction du nombre des arrêts et des conditions instables. L'utilisation d'une granulométrie optimisée de la roche est fonction des matières premières disponibles.	La technique a) II n'est applicable qu'aux fours rotatifs longs.
b	Utilisation de combustibles dont les caractéristiques ont une influence favorable sur la consommation d'énergie thermique.	Les caractéristiques des combustibles, par exemple une valeur calorifique élevée et un faible taux d'humidité, peuvent avoir un effet positif sur la consommation d'énergie thermique	L'applicabilité dépend des possibilités techniques d'alimentation du combustible sélectionné dans le four et de la disponibilité de combustibles appropriés (par exemple à valeur calorifique élevée et faible humidité), laquelle peut subir les effets de la politique énergétique de l'État membre considéré.
c	Limitation de l'excès d'air	Une diminution de l'excès d'air utilisé pour la combustion influe directement sur la consommation de combustible, car des pourcentages élevés d'air nécessitent davantage d'énergie thermique pour chauffer le volume en excès. La limitation de l'excès d'air n'agit sur la consommation d'énergie thermique que dans les fours rotatifs longs et dans les fours rotatifs avec préchauffeur. Cette technique est susceptible d'entraîner une hausse des émissions de COT et de CO.	Applicable aux fours rotatifs longs et les fours rotatifs avec préchauffeur dans les limites d'une surchauffe potentielle de certaines zones du four qui peut diminuer la durée de vie du réfractaire.

Niveaux de consommation associés aux MTD

Voir le tableau 6.

Tableau 6

Niveaux de consommation d'énergie thermique associés aux MTD dans l'industrie de la chaux et de la chaux dolomitique

Type de four	Consommation d'énergie thermique (1) en GJ/tonne de produit
Fours rotatifs longs (LRK)	6,0 – 9,2
Fours rotatifs avec préchauffeur (PRK)	5,1 – 7,8
Fours à flux parallèles à régénération (PFRK)	3,2 – 4,2
Fours verticaux annulaires (ASK)	3,3 – 4,9

Type de four	Consommation d'énergie thermique ⁽¹⁾ en GJ/tonne de produit
Fours verticaux à alimentation mixte (MFSK)	3,4 – 4,7
Autres fours (OK)	3,5 – 7,0

⁽¹⁾ La consommation d'énergie dépend du type de produit, de la qualité du produit, des conditions de traitement et des matières premières.

34. Pour réduire au minimum la consommation d'électricité, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Utilisation de systèmes de gestion de la consommation électrique
b	Utilisation d'une granulométrie optimisée du calcaire
c	Utilisation d'équipements de broyage et d'autres équipements électriques à une haute efficacité énergétique

Description – Technique (b)

Les fours verticaux ne peuvent habituellement brûler que des pierres de calcaire grossières. Toutefois, les fours rotatifs, dont la consommation énergétique est plus élevée, peuvent également valoriser les fractions plus petites et les nouveaux fours verticaux peuvent brûler de petits granulés (10 mm et plus). Les granulés de dimension supérieure sont davantage utilisés dans les fours verticaux que dans les fours rotatifs.

1.3.4 Consommation de calcaire

35. Afin de réduire au minimum la consommation de calcaire, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Extraction, broyage et mise en œuvre judicieuse du calcaire (qualité, granulométrie)	Généralement applicable dans l'industrie de la chaux. Le traitement des pierres dépend toutefois de la qualité du calcaire.
b	Choix de fours fonctionnant avec des techniques optimisées qui permettent l'utilisation d'un large éventail granulométrique pour le calcaire, afin de tirer le meilleur parti du calcaire extrait	Applicable à toutes les nouvelles unités et aux transformations majeures Les fours verticaux ne peuvent en principe brûler que des pierres de calcaire grossières. Les fours régénératifs à courant parallèle pour chaux fine et/ou les fours rotatifs peuvent fonctionner avec du calcaire de granulométrie inférieure.

1.3.5 Sélection des combustibles

36. Afin de prévenir et/ou de réduire les émissions, la MTD consiste à procéder à une sélection et à un contrôle rigoureux des combustibles introduits dans le four.

Description

Les combustibles introduits dans le four ont un effet notable sur les émissions dans l'air en raison des impuretés qu'ils contiennent. La teneur en soufre (en particulier pour les fours rotatifs longs), en azote et en chlore influent sur la gamme des émissions de NO_x, de SO_x, et HCl dans les fumées. En fonction de la composition chimique du combustible et du type de four utilisé, le choix d'un combustible ou d'une combinaison de combustibles appropriés peut aboutir à une réduction des émissions.

Applicabilité

À l'exception des fours verticaux à alimentation mixte, tous les types de fours peuvent fonctionner avec tous les types de combustibles et de mélanges de combustibles sous réserve de leur disponibilité, qui peut subir les effets de la politique énergétique de l'État membre en cause. Le choix du combustible dépend de la qualité désirée pour le produit final, de la faisabilité technique de l'utilisation du combustible dans le four sélectionné, et de considérations économiques.

1.3.5.1 Utilisation de combustibles à base de déchets

1.3.5.1.1 Contrôle de la qualité des déchets

37. Afin de garantir les caractéristiques des déchets utilisés comme combustibles dans un four à chaux, la MTD consiste à appliquer les techniques suivantes:

	Technique
a	Mise en place de systèmes d'assurance qualité afin de contrôler et de garantir les caractéristiques des déchets et d'analyser tout déchet destiné à servir de combustible dans le four, en ce qui concerne: I. la constance de la qualité II. les critères physiques, par exemple la formation d'émissions, la granulométrie, la réactivité, la combustibilité, la valeur calorifique III. les critères chimiques, par exemple la teneur totale en chlore, la teneur en soufre, en alcali, en phosphates ainsi que la teneur totale en métaux pertinents (chrome, plomb, cadmium, mercure, thallium, par exemple).
b	le contrôle de la quantité des paramètres pertinents pour tout déchet destiné à être utilisé, notamment la teneur totale en halogènes, en métaux (chrome, plomb, cadmium, mercure, thallium, par exemple) et en soufre.

1.3.5.1.2 Alimentation du four en déchets

38. Afin de prévenir/réduire les émissions liées à l'utilisation de déchets comme combustibles dans le four, la MTD consiste à utiliser les techniques suivantes:

	Technique
a	Utilisation de brûleurs appropriés pour les déchets adaptés à la conception et au fonctionnement du four.
b	Faire fonctionner le four de façon que le gaz résultant de la coïncinération des déchets soit porté, de façon contrôlée et homogène, même dans les conditions les plus défavorables, à une température de 850 °C pendant 2 secondes.
c	Porter la température à 1 100 °C en cas de coïncinération de déchets dangereux dont la teneur en substances organiques halogénées, exprimée en chlore, est supérieure à 1 %.
d	Alimentation en déchets continue et constante.
e	Arrêt de l'alimentation en déchets lors des phases de démarrage et/ou d'arrêt, lorsqu'il n'est pas possible d'atteindre la température et le temps de séjour appropriés comme indiqués aux points b) et c) ci-dessus.

1.3.5.1.3 Gestion de la sécurité lors de l'utilisation de déchets dangereux

39. Afin de prévenir les émissions accidentelles, la MTD consiste à mettre en œuvre une gestion de la sécurité pour le stockage, la manutention et l'introduction de déchets dangereux dans le four

Description

Application de mesures de gestion de la sécurité pour le stockage, la manutention et l'introduction de déchets dangereux dans le four, notamment une approche fondée sur les risques, en fonction de la source et du type de déchets, ainsi que pour l'étiquetage, le contrôle, l'échantillonnage et l'essai des déchets à traiter.

1.3.6 Émissions de poussières

1.3.6.1 Émissions diffuses de poussière

40. Afin de réduire ou d'éviter les émissions de poussières diffuses lors d'opérations générant de la poussière, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Confinement/capotage des opérations génératrices de poussières, telles que le broyage, le criblage et le mélange.
b	Utilisation de convoyeurs et d'élévateurs couverts conçus comme des systèmes clos, lorsque des matières pulvérulentes sont susceptibles de produire de la poussière.
c	Utilisation de silos de capacité appropriée, avec indicateurs de niveau associés à des coupe-circuits et à des filtres pour l'air chargé de poussières déplacé au cours des opérations de remplissage.
d	Utilisation d'un procédé de circulation qui a la préférence pour les convoyeurs pneumatiques.

	Technique
e	Traitement des matières dans des systèmes clos maintenus en dépression et dépoussiérage de l'air d'aspiration sur un filtre à manches avant son rejet dans l'atmosphère
f	Réduction des fuites d'air et des points de déversement, réalisation complète de l'installation
g	Maintenance correcte et complète de l'installation
h	Utilisation de dispositifs automatiques et de systèmes de contrôle
i	Utilisation d'opérations en continu contribuant au bon fonctionnement
j	Utilisation, pour le chargement de la chaux, de tuyaux flexibles de remplissage munis d'un dispositif d'extraction des poussières et placés sur la plateforme de chargement du camion.

Applicabilité

Dans les opérations de préparation des matières premières, telles que le concassage et le tamisage, la séparation des poussières n'est normalement pas nécessaire du fait de la teneur en humidité des matières premières.

41. Afin de réduire/éviter les émissions de poussières diffuses provenant des zones de stockage en vrac, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Confinement des zones de stockage à l'aide d'écrans, de parois ou d'une enceinte végétale (barrières naturelles ou artificielles contre le vent dans le cas de dépôts en plein air)
b	Utilisation de silos et d'entrepôts à matières premières fermés et entièrement automatisés. Ces entrepôts sont équipés d'un ou plusieurs filtres à manches destinés à empêcher la formation de poussières diffuses lors des opérations de chargement et de déchargement.
c	Réduction des émissions de poussières diffuses au niveau des piles de stockage par une humidification suffisante des points de chargement et de déchargement et par l'utilisation de convoyeurs à bande réglables en hauteur. En cas d'utilisation de mesures/techniques d'humidification ou de pulvérisation, le sol peut être étanchéifié et l'excès d'eau recueilli et, au besoin, traité et utilisé dans des circuits fermés.
d	Lorsqu'il n'est pas possible d'éviter les émissions de poussières diffuses aux points de chargement ou de déchargement des sites de stockage, réduction de ces émissions par un réglage de la hauteur de déchargement en fonction de la hauteur du tas, automatiquement si possible ou par réduction de la vitesse de déchargement.
e	Mouillage des surfaces, en particulier dans les zones sèches, à l'aide de dispositifs de pulvérisation d'eau, et nettoyage de ces surfaces par camions.
f	Utilisation de systèmes d'aspiration au cours des opérations d'enlèvement. Les bâtiments neufs peuvent facilement être équipés de circuits de nettoyage par aspiration, les bâtiments existants pouvant normalement être équipés de systèmes mobiles avec raccords flexibles.
g	Réduction des émissions de poussières diffuses dans les zones de circulation des camions, par la pose d'un revêtement chaque fois que cela est possible et le maintien de la surface dans le meilleur état de propreté possible. Le mouillage des routes peut réduire les émissions de poussières diffuses, en particulier par temps sec. Un bon entretien ménager peut servir à réduire au minimum les émissions de poussières diffuses.

1.3.6.2 Émissions de poussières canalisées provenant d'opérations générant de la poussière autres que la cuisson

42. Afin de réduire les émissions de poussières canalisées provenant d'opérations générant de la poussière autres que la cuisson, la MTD consiste à utiliser une des techniques suivantes et à mettre en œuvre un système de gestion de la maintenance axé en particulier sur la performance des filtres:

	Technique ⁽¹⁾ ⁽²⁾	Applicabilité
a	Filtre à manches	Généralement applicable aux unités de broyage et aux procédés secondaires dans l'industrie de la chaux, au transport de matières et aux installations de stockage et de chargement. L'applicabilité des filtres à manches dans les unités d'hydratation de la chaux peut être limitée par l'humidité élevée et la basse température des effluents gazeux.
b	Épuration par voie humide	Principalement applicable dans les unités d'hydratation de la chaux.

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.6.1.

⁽²⁾ Au besoin, des séparateurs centrifuges/cyclones peuvent servir au prétraitement des effluents gazeux.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 7.

Tableau 7

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les émissions de poussières canalisées provenant d'opérations générant de la poussière autres que la cuisson

Technique	Unité	NEA-MTD [moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
Filtre à manches	mg/Nm ³	<10
Épurateur par voie humide	mg/Nm ³	<10 – 20

Il convient de noter que pour les petites sources (<10 000 Nm³/h) il y a lieu de tenir compte d'une approche prioritaire en ce qui concerne la fréquence du contrôle de la performance du filtre (voir également la MTD 32).

1.3.6.3 Émissions de poussière provenant des procédés de cuisson

43. Afin de réduire les émissions de poussières provenant des effluents gazeux de la cuisson, la MTD consiste à épurer les effluents gazeux à l'aide d'un filtre. Une ou plusieurs des techniques suivantes peuvent être utilisées:

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
a	Électrofiltre	Applicable à tous les fours.
b	Filtre à manches	Applicable à tous les fours.
c	Dépoussiéreur par voie humide	Applicable à tous les fours.
d	Séparateur centrifuge/cyclone	Les séparateurs centrifuges ne conviennent que comme préséparateurs et peuvent servir au prénéttoyage des fumées de tous les types de four.

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.6.1.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 8.

Tableau 8

Niveaux d'émission associés aux MTD pour émissions de poussières provenant des effluents gazeux du procédé de cuisson

Technique	Unité	NEA-MTD [moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
Filtre à manches	mg/Nm ³	<10
Électrofiltres ou autre	mg/Nm ³	<20 (*)

(*) Dans les cas exceptionnels où la résistance spécifique de la poussière est élevée, les NEA-MTD pourrait être plus élevé et atteindre 30 mg/Nm³ en moyenne journalière.

1.3.7 Composés gazeux

1.3.7.1 Techniques primaires pour la réduction des émissions de composés gazeux

44. Afin de réduire au minimum les émissions de composés gazeux provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson (NO_x , SO_x , HCl , CO , COT/COV , métaux volatils), la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Sélection et contrôle rigoureux de toutes les substances introduites dans le four	Généralement applicable
b	Réduction des précurseurs de polluants présents dans les combustibles et, si possible, dans les matières premières, à savoir I. sélection de combustibles, si disponibles, à faible teneur en soufre (pour les fours rotatifs longs en particulier), azote et chlore II. sélection de matières premières, si possible, à faible teneur en matières organiques III. sélection de combustibles à base de déchets appropriés pour le procédé et le brûleur	Généralement applicable dans l'industrie de la chaux, sous réserve de la disponibilité locale des matières premières et des combustibles, du type de four utilisé, des qualités de produit souhaitées et de la possibilité technique d'alimentation en combustibles du four choisi.
c	Utilisation de techniques d'optimisation des procédés afin de garantir une absorption efficace du dioxyde de soufre (par exemple contact efficace entre les fumées de four et la chaux vive)	Applicable à toutes les usines de chaux. Il n'est généralement pas possible d'automatiser complètement le procédé, en raison de certains paramètres non maîtrisables tels que la qualité du calcaire.

1.3.7.2 Émissions de NO_x

45. Afin de réduire au minimum les émissions de NO_x provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Techniques primaires	
	I. Sélection d'un combustible approprié, à faible teneur en azote	Généralement applicable dans l'industrie de la chaux, sous réserve, d'une part, de la disponibilité du combustible, laquelle peut subir les effets de la politique énergétique de l'État membre concerné, et, d'autre part, de la possibilité technique d'utiliser un type donné de combustible dans le four choisi.
	II. Optimisation du procédé, y compris la mise en forme de la flamme et le profil de température	L'optimisation et le contrôle du procédé peuvent être appliqués dans la fabrication de la chaux, mais en fonction de la qualité souhaitée pour le produit fini.
	III. Conception du brûleur (brûleur à bas NO_x) ⁽¹⁾	Les brûleurs à bas NO_x sont applicables aux fours rotatifs et aux fours verticaux annulaires disposant d'une forte proportion d'air primaire. Les PFRK et les autres fours verticaux ont une combustion sans flamme, ce qui interdit l'usage de brûleurs à bas NO_x pour ce type de four.
	IV. Étagement de l'air ⁽¹⁾	Non applicables aux fours verticaux. Applicable uniquement aux PRK, sauf dans le cas d'une production de chaux surcuite. L'applicabilité peut être limitée par des contraintes imposées par le type de produit final, en raison d'une possible surchauffe dans certaines zones du four, ce qui peut entraîner une détérioration du revêtement réfractaire.
b	SNCR ⁽¹⁾	Applicables aux fours rotatifs Lepol. Voir aussi MTD 46.

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites dans la section 1.6.2.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 9.

Tableau 9

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les NO_x provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson dans l'industrie de la chaux

Type de four	Unité	NEA-MTD (moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure), exprimé en NO ₂)
PFRK, ASK, MFSK, OSK	mg/Nm ³	100 – 350 ⁽¹⁾ ⁽³⁾
LRK, PRK	mg/Nm ³	<200 – 500 ⁽¹⁾ ⁽²⁾

⁽¹⁾ Les valeurs les plus élevées des fourchettes correspondent à la production de chaux dolomitique et de chaux surcuite. Des valeurs dépassant le haut de la fourchette peuvent être observées dans le cas de la production de dolomie frittée.

⁽²⁾ Pour les fours de type LRK et PRK produisant de la chaux surcuite, le niveau supérieur est de 800 mg/Nm³.

⁽³⁾ Lorsque les techniques primaires indiquées dans la MTD 45, point a)I, ne sont pas suffisantes pour atteindre ce niveau et que les techniques secondaires ne sont pas applicables pour ramener les émissions de NO_x à 350 mg/Nm³, le niveau supérieur est de 500 mg/Nm³, en particulier pour la chaux surcuite et avec utilisation de biomasse comme combustible.

46. Lorsque la SNCR est utilisée, la MTD consiste à parvenir à une réduction efficace des NO_x tout en maintenant les fuites d'ammoniac au niveau le plus bas, à l'aide des techniques suivantes:

	Technique
a	Rendement de réduction des NO _x approprié et suffisant associé à un processus d'exploitation stable
b	Bonne distribution stœchiométrique de l'ammoniac afin de parvenir au meilleur rendement de réduction des NO _x et de réduire les fuites d'ammoniac.
c	Maintenir aussi bas que possible les émissions dues aux fuites de NH ₃ (émissions d'ammoniac non réagi) provenant des effluents gazeux, en tenant compte de la corrélation entre l'efficacité de réduction des émissions des NO _x et des fuites de NH ₃ .

Applicabilité

Applicable uniquement sur les fours rotatifs Lepol, qui permettent d'atteindre la plage idéale de températures, entre 850 et 1 020 °C. Voir aussi la MTD 45, technique b).

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de NH₃ par fuites dans les effluents gazeux est <30 mg/Nm³, en valeur moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant une demi-heure au moins).

1.3.7.3 Émissions de SO_x

47. Afin de réduire les émissions de SO_x provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Optimisation des procédés afin de garantir une absorption efficace du dioxyde de soufre (par exemple, contact efficace entre les fumées de four et la chaux vive)	L'optimisation du contrôle des procédés est applicable à toutes les unités de production de chaux.
b	Sélection de combustibles à faible teneur en soufre	Généralement applicable sous réserve de la disponibilité de combustibles appropriés, en particulier dans le cas des fours rotatifs longs (LRK) du fait du niveau élevé des émissions de SO _x .
c	Utilisation de techniques d'addition d'absorbants (par exemple ajout d'absorbants, épuration des fumées par voie sèche sur filtre, épurateur par voie humide ou injection de charbon actif) ⁽¹⁾	Les techniques d'ajout d'absorbant sont en principe applicables à toute l'industrie de la chaux; en 2007, toutefois, cette technique n'avait jamais été appliquée dans ce secteur. Dans le cas de fours à chaux rotatifs en particulier, des études complémentaires sont nécessaires pour s'assurer de la faisabilité.

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.6.3.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 10.

Tableau 10

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les SO_x provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson dans l'industrie de la chaux

Type de four	Unité	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ (moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure), SO _x exprimés en SO ₂)
PFRK, ASK, MFSK, OSK, PRK	mg/Nm ³	<50 – 200
LRK	mg/Nm ³	< 50 – 400

⁽¹⁾ Le niveau dépend du niveau initial de SO_x dans les effluents gazeux et de la technique de réduction utilisée.

⁽²⁾ Dans le cas de la production de dolomie frittée selon le «procédé à double passage», les émissions de SO_x, les émissions pourraient dépasser le haut de la fourchette.

1.3.7.4 Émissions de CO et pics de CO**1.3.7.4.1 Émissions de CO**

48. Afin de réduire les émissions de CO provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Sélection de matières premières à faible teneur en matières organiques	Généralement applicable dans l'industrie de la chaux dans les limites des matières premières disponibles localement et de leur composition, du type de four utilisé et de la qualité de produit final souhaité.
b	Utilisation de techniques d'optimisation permettant d'atteindre une combustion stable et complète	Applicable à toutes les usines de chaux. Il n'est généralement pas possible d'automatiser complètement le procédé, en raison de certains paramètres non maîtrisables tels que la qualité du calcaire.

Dans ce contexte, voir également les MTD 30 et 31, section 1.3.1, et la MTD 32, section 1.3.2.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 11.

Tableau 11

Niveaux d'émission associés aux MTD pour le CO provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson

Type de four	Unité	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ [moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
PFRK, OSK, LRK, PRK	mg/Nm ³	<500

⁽¹⁾ Les émissions peuvent être plus élevées en fonction des matières premières utilisées et/ou du type de chaux produit, par exemple la chaux hydraulique.

⁽²⁾ Les NEA-MTD ne s'applique aux MFSK ni aux ASK.

1.3.7.4.2 Réduction des pics de CO

49. Afin de réduire au minimum la fréquence des pics de CO lors de l'utilisation d'électrofiltres, la MTD consiste à utiliser les techniques suivantes:

	Technique
a	Gestion des pics de CO de manière à réduire le temps d'arrêt des électrofiltres
b	Mesures en continu automatiques du CO au moyen d'un dispositif à délai de réponse court et placé à proximité de la source de CO.

Description

Pour des raisons de sécurité, du fait des risques d'explosion, les électrofiltres devront être stoppés en cas de concentration élevée de CO dans les fumées. Les techniques suivantes préviennent les pics de CO et, partant, réduisent le temps d'arrêt des électrofiltres:

- contrôle du processus de combustion
- contrôle de la charge organique des matières premières
- contrôle de la qualité des combustibles et du système d'alimentation en combustible

Les perturbations surviennent surtout pendant la phase de démarrage. Pour un fonctionnement en toute sécurité, les analyseurs de gaz destinés à protéger les filtres électrostatiques doivent être actifs pendant toutes les phases d'exploitation et l'existence d'un système de surveillance de secours fonctionnel permet de réduire les temps d'arrêts des filtres.

Le système de surveillance en continu du CO doit être réglé pour un temps de réaction optimal et devrait être implanté à proximité de la source de CO, par exemple au niveau d'une évacuation de tour de préchauffage ou à l'entrée d'un four dans le cas d'un four à voie humide.

Applicabilité

Généralement applicable aux fours rotatifs équipés d'électrofiltres.

1.3.7.5 Émissions de carbone organique total (COT)

50. Afin de réduire les émissions de COT provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Application des techniques primaires générales et surveillance (voir également les MTD 30 et 31, section 1.3.1, et la MTD 32, section 1.3.2)
b	Abstention de l'utilisation de matières premières à teneur élevée en composés organiques volatils (sauf pour la production de chaux hydraulique)

Applicabilité

Pour l'applicabilité des techniques primaires générales et la surveillance, voir les MTD 30 et 31, section 1.3.1, et la MTD 32, section 1.3.2.

La technique b) est généralement applicable à l'industrie de la chaux, sous réserve de la disponibilité locale des matières premières et/ou du type de chaux produite.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 12.

Tableau 12

Niveaux d'émission associés aux MTD pour le COT provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson

Type de four	Unité	NEA-MTD ⁽¹⁾ [moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
LRK, PRK	mg/Nm ³	<10
ASK, MFSK ⁽²⁾ , PFRK ⁽²⁾	mg/Nm ³	<30

⁽¹⁾ Le niveau peut être plus élevé, en fonction de la teneur en matières organiques des matières premières utilisées et/ou du type de chaux produite, en particulier la chaux hydraulique naturelle.

⁽²⁾ Exceptionnellement, le niveau peut être plus élevé.

1.3.7.6 Émissions de chlorure d'hydrogène (HCl) et de fluorure d'hydrogène (HF)

51. Afin de réduire les émissions de HCl et les émissions de HF provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson lors de l'utilisation de déchets comme combustible, la MTD consiste à utiliser une des techniques primaires suivantes:

	Technique
a	Utilisation de combustibles conventionnels à faible teneur en chlore et en fluor
b	Limitation de la teneur en chlore et en fluor de tous les déchets utilisés comme combustible dans un four à chaux

Applicabilité

Les techniques sont généralement applicables dans l'industrie de la chaux mais pour autant que des combustibles appropriés soient disponibles au niveau local.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 13.

Tableau 13

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les émissions de HCl et de HF provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson en cas d'utilisation de déchets comme combustible

Émissions	Unité	NEA-MTD [moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
HCl	mg/Nm ³	<10
HF	mg/Nm ³	<1

1.3.8 Émissions de PCDD/F

52. Afin d'éviter ou de réduire les émissions de PCDD/F provenant des effluents gazeux des procédés de cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Sélection de combustibles à faible teneur en chlore
b	Limitation de l'apport de cuivre dû au combustible
c	Réduction au minimum du temps de séjour des effluents gazeux et de la teneur en oxygène dans les zones où la température se situe entre 300 et 450 °C.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA MTD sont <0,05 – 0,1 ng PCDD/F I-TEQ/Nm³ en moyenne sur la période d'échantillonnage (6 à 8 heures).

1.3.9 Émissions de métaux

53. Afin de réduire au minimum les émissions de métaux provenant des effluents gazeux du procédé de cuisson, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Sélection de combustibles à faible teneur en métaux
b	Utilisation d'un système d'assurance qualité garantissant les caractéristiques des combustibles à base de déchets utilisés
c	Limitation de la teneur en métaux à éviter (mercure en particulier) des matières utilisées
d	Utilisation d'une ou plusieurs techniques de dépoussiérage comme indiqué dans la MTD 43

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 14.

Tableau 14

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les métaux présents dans les effluents gazeux du procédé de cuisson lors de l'utilisation de déchets comme combustible

Métaux	Unité	NEA-MTD [moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
Hg	mg/Nm ³	< 0,05
Σ (Cd, Tl)	mg/Nm ³	< 0,05
Σ (As, Sb, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V)	mg/Nm ³	< 0,5

NB: De bas niveaux ont été observés avec l'application des techniques indiquées dans la MTD 53, points a) à d).

Voir également dans ce contexte la MTD 37 (section 1.3.5.1.1) et la MTD 38 (section 1.3.5.1.2).

1.3.10 Pertes/déchets

54. Afin de réduire les déchets solides issus des procédés de fabrication de la chaux et d'économiser ainsi des matières premières, la MTD consiste à utiliser les techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Réutilisation dans le procédé de la poussière et des autres matières particulaires recueillies (sable et gravier, par exemple)	Généralement applicable si toutes les conditions sont réunies.
b	Utilisation des poussières, de la chaux vive hors spécifications et de la chaux hydratée hors spécifications dans certains produits commerciaux	Généralement utilisées dans différents types de produits commerciaux, si les conditions sont réunies.

1.4 Conclusions sur les MTD pour l'industrie de l'oxyde de magnésium

Sauf indication contraire, les conclusions sur les MTD présentées dans la présente section s'appliquent à toutes les installations du secteur de la production d'oxyde de magnésium (procédé par voie sèche).

1.4.1 Suivi

55. La MTD consiste à surveiller et à mesurer régulièrement les paramètres du procédé et les émissions conformément aux normes EN applicables ou, en l'absence de norme EN, conformément aux normes ISO, aux normes nationales ou à d'autres normes internationales qui garantissent la fourniture de données d'une qualité scientifique équivalente, notamment:

	Technique	Applicabilité
a	Mesures en continu des paramètres de procédé attestant la stabilité du procédé, tels que la température, la teneur en O ₂ , la pression et le débit	Généralement applicable à la cuisson.
b	Surveillance et stabilisation des paramètres critiques de procédé, à savoir l'alimentation en matières premières et en combustible, le dosage régulier et l'excès d'oxygène	
c	Mesures en continu des émissions de poussières, de NO _x , de SO _x et de CO	Généralement applicable à la cuisson.
d	Mesures en continu ou périodiques des émissions de poussières	Applicables aux activités non liées au four. Pour les petites sources (<10 000 Nm ³ /h), la fréquence des mesures ou des contrôles des performances devrait se fonder sur un système de gestion de la maintenance

Description

Le choix entre les mesures en continu ou périodiques mentionnées dans la MTD 55, point c), est fondé sur la source d'émission et le type de polluant attendu.

Pour les mesures périodiques des émissions de poussières, de NO_x, de SO_x et de CO provenant de la cuisson, une fréquence mensuelle, pouvant être ramenée à une fois par an en fonctionnement normal, est donnée à titre indicatif.

1.4.2 Consommation d'énergie

56. Afin de réduire la consommation d'énergie thermique, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Description	Applicabilité
a	Utilisation de fours améliorés et optimisés et de cuissons homogènes et stables au moyen des techniques suivantes: I. optimisation du contrôle de procédé; II. récupération de la chaleur des effluents gazeux provenant du four et des refroidisseurs.	La récupération de la chaleur des effluents gazeux par le chauffage préalable de la magnésite peut servir à réduire la consommation de combustible. La chaleur récupérée au niveau du four peut servir à sécher les combustibles, les matières premières et certains matériaux d'emballage.	L'optimisation du contrôle des procédés est applicable à tous les types de four utilisés dans l'industrie de l'oxyde de magnésium.
b	Utilisation de combustibles dont les caractéristiques ont une influence favorable sur la consommation d'énergie thermique.	Les caractéristiques des combustibles, par exemple une valeur calorifique élevée et un faible taux d'humidité, ont un effet positif sur la consommation d'énergie thermique.	Généralement applicable sous réserve de la disponibilité des combustibles, des qualités désirées pour le produit et des possibilités techniques d'injection des combustibles dans le four.
c	Limitation de l'excès d'air	Le niveau d'oxygène en excès nécessaire pour obtenir la qualité requise des produits et pour une combustion optimale est habituellement, en pratique, d'environ 1 à 3 %.	Généralement applicable

Niveaux de consommation associés aux MTD

La consommation d'énergie thermique associée aux MTD est comprise entre 6 et 12 GJ/t, en fonction des procédés et des produits ⁽¹⁾.

57. Pour réduire au minimum la consommation d'électricité, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Utilisation de systèmes de gestion de la consommation électrique
b	Utilisation d'équipements de broyage et d'autres équipements électriques à haute efficacité énergétique

1.4.3 Émissions de poussières

1.4.3.1 Émissions diffuses de poussière

58. Afin de réduire au minimum/éviter les émissions diffuses de poussières lors d'opérations générant de la poussière, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique
a	Agencement simple et linéaire du site
b	Application de bonnes règles de propreté des bâtiments et des routes et maintenance complète de l'installation
c	Arrosage des piles de matières premières
d	Confinement/capotage des opérations génératrices de poussières, telles que le broyage et le criblage.
e	Utilisation de convoyeurs et d'élévateurs couverts conçus comme des systèmes clos, lorsque des matières pulvérulentes sont susceptibles de produire de la poussière.

⁽¹⁾ Cette fourchette reflète seulement les informations communiquées pour le chapitre du BREF relatif à l'oxyde de magnésium. Des informations plus spécifiques sur les techniques les plus performantes ainsi que sur les produits obtenus n'ont pas été communiquées.

	Technique
f	Utilisation de silos de capacité appropriée et équipés de filtres pour l'air chargé de poussières déplacé au cours des opérations de remplissage.
g	Préférence pour un système à circulation en ce qui concerne le transport pneumatique
h	Réduction des fuites d'air et des points d'écoulement
i	Utilisation de dispositifs automatiques et de systèmes de contrôle
k	Utilisation d'opérations en continu contribuant au bon fonctionnement

1.4.3.2 Émissions de poussières canalisées provenant d'opérations générant de la poussière autres que la cuisson

59. Afin de réduire les émissions de poussières canalisées provenant d'opérations générant de la poussière autres que la cuisson, la MTD consiste à épurer les effluents gazeux sur filtre selon une ou plusieurs des techniques suivantes et à mettre en œuvre un système de gestion de la maintenance portant spécifiquement sur l'efficacité des techniques:

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
a	Filtres à manches	Généralement applicable à toutes les unités du processus de fabrication de l'oxyde de magnésium, en particulier les opérations génératrices de poussières, le criblage et le broyage.
b	Séparateurs centrifuges/cyclones	En raison du degré de séparation plus ou moins limité selon le système, les cyclones sont principalement utilisés comme séparateurs préliminaires pour les poussières grossières et les effluents gazeux.
c	Dépoussiéreurs par voie humide	Généralement applicable

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites à la section 1.7.1.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de poussières canalisées provenant d'opérations générant de la poussière autres que la cuisson est $<10 \text{ mg/Nm}^3$, en moyenne sur la période d'échantillonnage (mesure ponctuelle pendant au moins une demi-heure).

Il convient de noter que pour les petites sources ($<10\,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$) il y a lieu de tenir compte d'une approche prioritaire, fondée sur le système de gestion de la maintenance, en ce qui concerne la fréquence du contrôle de la performance du filtre (voir également la MTD 55).

1.4.3.3 Émissions de poussière dues à la cuisson

60. Afin de réduire les émissions de poussières provenant des fumées de four, la MTD consiste à épurer les fumées par filtrage, selon une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
a	Électrofiltres	Les électrofiltres sont principalement applicables dans les fours rotatifs. Ils conviennent pour des températures de fumées au-dessus du point de rosée et jusqu'à 370 à 400 °C.
b	Filtres à manches	Les filtres à manches peuvent, en principe, être mis en œuvre pour le dépoussiérage des fumées dans toutes les unités de production d'oxyde de magnésium. Ils peuvent être utilisés pour des températures de fumées au-dessus du point de rosée et jusqu'à 280 °C. Pour la production de magnésie calcinée caustique et de magnésie frittée/calcinée à mort, en raison des températures élevées, du caractère corrosif et du volume important des fumées produites par la cuisson, il faut utiliser des filtres à manches spéciaux résistants aux hautes températures. Toutefois, d'après le secteur de la production de magnésie calcinée à mort, aucun équipement approprié n'est disponible pour des fumées avoisinant les 400 °C.

	Technique ⁽¹⁾	Applicabilité
c	Séparateurs centrifuges/cyclones	En raison du degré de séparation plus ou moins limité selon le système, les cyclones sont principalement utilisés comme séparateurs préliminaires pour les poussières grossières et les effluents gazeux.
d	Dépoussiéreurs par voie humide	Généralement applicable

⁽¹⁾ Les techniques sont décrites dans la section 1.7.1.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de poussières provenant des fumées de four sont $<20 - 35 \text{ mg/Nm}^3$, en valeur moyenne journalière sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant une demi-heure au moins).

1.4.4 Composés gazeux

1.4.4.1 Techniques primaires pour la réduction des émissions de composés gazeux

61. Afin de réduire les émissions de composés gazeux provenant des fumées de four (NO_x , SO_x , HCl , CO), la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Sélection et contrôle rigoureux des substances entrant dans le four, afin de réduire les précurseurs des polluants, à savoir: I. sélection de combustibles à faible teneur en soufre, si disponibles, ainsi qu'en chlore et en azote II. sélection de matières premières à faible teneur en matières organiques III. sélection de combustibles à base de déchets appropriés pour le procédé et le brûleur	Généralement applicable sous réserve des matières premières et combustibles disponibles, du type de four utilisé, des qualités de produit souhaitées et de la possibilité technique d'injection des combustibles dans le four choisi. Les déchets peuvent être considérés comme des combustibles dans l'industrie de l'oxyde de magnésium mais, en 2007, ils n'avaient encore jamais été mis en œuvre dans ce secteur.
b	Utilisation de mesures/de techniques d'optimisation des procédés afin de garantir une cuisson homogène et stable, dans des conditions sont proches de l'air stœchiométrique requis	L'optimisation du contrôle des procédés est applicable à tous les types de four utilisés dans l'industrie de l'oxyde de magnésium. Toutefois, un système très sophistiqué de contrôle du procédé pourrait s'avérer nécessaire.

1.4.4.2 Émissions de NO_x

62. Afin de réduire au minimum les émissions de NO_x provenant des fumées de four, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Sélection d'un combustible approprié, à faible teneur en azote	Généralement applicable sous réserve des combustibles disponibles
b	Optimisation des procédés et technique de cuisson améliorée	Généralement applicable dans l'industrie de l'oxyde de magnésium

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de NO_x provenant des fumées de four sont $<500 - 1\,500 \text{ mg/Nm}^3$, en valeur moyenne journalière sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant une demi-heure au moins). Les valeurs du haut de la fourchette correspondent au procédé à haute température de production de la magnésie calcinée à mort.

1.4.4.3 Émissions de CO et pics de CO

1.4.4.3.1 Émissions de CO

63. Afin de réduire les émissions de CO provenant des fumées de four, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Description
a	Sélection de matières premières à faible teneur en matières organiques	Une partie des émissions de CO résulte de la fraction organique des matières premières, donc des matières premières à faible teneur en matières organiques peuvent réduire les émissions de CO.
b	Optimisation du contrôle des procédés	Une combustion complète et correcte est essentielle pour réduire les émissions de CO. L'alimentation en air par le refroidisseur, l'air primaire et le tirage du ventilateur de la cheminée peuvent être régulés de façon à maintenir un niveau d'oxygène de l'ordre de 1 (clinkérisation) à 1,5 % (caustique) pendant la combustion. Une modification de la charge en air et en combustible peut réduire les émissions de CO. En outre, les émissions de CO peuvent diminuer si l'on modifie la hauteur du brûleur.
c	Alimentation contrôlée, constante et continue en combustible	Ajout contrôlé de combustible au moyen, par exemple: — de dispositifs de dosage et de vannes d'alimentation rotatives de précision pour le coke de pétrole et/ou — de débitmètres et de valves de précision pour la régulation de l'alimentation en fioul lourd ou en gaz du brûleur du four

Applicabilité

Les techniques de réduction des émissions de CO sont généralement applicables à l'industrie de l'oxyde de magnésium. La sélection de matières premières à faible teneur en matières organiques est fonction des matières premières disponibles.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Les NEA-MTD pour les émissions de CO provenant des fumées de four sont $<50 - 1\,000 \text{ mg/Nm}^3$, en valeur moyenne journalière sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant une demi-heure au moins).

1.4.4.3.2 Réduction des pics de CO

64. Afin de réduire au minimum la fréquence des pics de CO lors de l'utilisation d'électrofiltres, la MTD consiste à utiliser les techniques suivantes:

	Technique
a	Gestion des pics de CO de manière à réduire le temps d'arrêt des électrofiltres
b	Mesures en continu automatiques du CO au moyen d'un dispositif à délai de réponse court et placé à proximité de la source de CO.

Description

Pour des raisons de sécurité, du fait des risques d'explosion, les électrofiltres devront être stoppés en cas de concentration élevée de CO dans les fumées. Les techniques suivantes préviennent les pics de CO et, partant, réduisent le temps d'arrêt des électrofiltres:

- contrôle du processus de combustion;
- contrôle de la charge organique des matières premières;
- contrôle de la qualité des combustibles et du système d'alimentation en combustible.

Les perturbations surviennent surtout pendant la phase de démarrage. Pour un fonctionnement en toute sécurité, les analyseurs de gaz destinés à protéger les filtres électrostatiques doivent être actifs pendant toutes les phases d'exploitation, et l'existence d'un système de surveillance de secours fonctionnel permet de réduire les temps d'arrêt des filtres.

Le système de surveillance en continu du CO doit être réglé pour un temps de réaction optimal et devrait être implanté à proximité de la source de CO, par exemple au niveau d'une évacuation de tour de préchauffage ou à l'entrée d'un four dans le cas d'un four à voie humide.

Applicabilité

Généralement applicable aux fours équipés d'électrofiltres.

1.4.4.4 Émissions de SO_x

65. Afin de réduire les émissions de SO_x provenant des fumées de four, la MTD consiste à utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes:

	Technique	Applicabilité
a	Techniques d'optimisation des procédés	Généralement applicable
b	Sélection de combustibles à faible teneur en soufre	Généralement applicable sous réserve de la disponibilité de combustibles à faible teneur en soufre, laquelle peut subir les effets de la politique énergétique de l'État membre concerné. Le choix du combustible dépend également de la qualité du produit final, des possibilités techniques et de considérations économiques.
c	Application d'une technique d'addition d'absorbant sec (addition de sorbant tel que des qualités de MgO réactives, de la chaux hydratée ou du charbon actif dans le flux de fumées) en combinaison avec un filtre ⁽¹⁾	Généralement applicable
d	Épurateur par voie humide ⁽¹⁾	L'applicabilité peut être limitée dans les zones arides par le grand volume d'eau nécessaire et l'impératif de traitement des eaux usées ainsi que par les effets multi-milieux associés.

⁽¹⁾ La mesure/technique est décrite à la section 1.7.2.

Niveaux d'émission associés aux MTD

Voir le tableau 15.

Tableau 15

Niveaux d'émission associés aux MTD pour les SO_x provenant des fumées de four dans l'industrie de l'oxyde de magnésium

Paramètre	Unité	NEA-MTD ⁽¹⁾ ⁽²⁾ [moyenne journalière ou moyenne sur la période d'échantillonnage (mesures ponctuelles pendant au moins une demi-heure)]
SO _x exprimés en SO ₂	mg/Nm ³	<50 – 400 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Les NEA-MTD dépendent de la teneur en soufre des matières premières et des combustibles. Le bas de la fourchette est associé à l'utilisation de matières premières à faible teneur en soufre et à l'utilisation de gaz naturel; le haut de la fourchette est associé à l'utilisation de matières premières à forte teneur en soufre et/ou à l'utilisation de combustibles contenant du soufre.

⁽²⁾ Les effets multimilieux doivent être pris en considération pour déterminer la meilleure combinaison de MTD permettant de réduire les émissions de SO_x.

⁽³⁾ Lorsqu'un épurateur par voie humide ne peut être utilisé, les NEA-MTD dépendent de la teneur en soufre des matières premières et des combustibles. En pareil cas, les NEA-MTD est <1 500 mg/Nm³ avec un rendement d'élimination des émissions de SO_x de 60 % au moins.

1.4.5 Pertes/déchets

66. Afin de réduire/minimiser les pertes/déchets liés au procédé, la MTD consiste à réutiliser divers types des poussières de carbonate de magnésium recueillies dans le procédé.

Applicabilité

Généralement applicable, sous réserve de la composition chimique des poussières.

67. Afin de réduire le plus possible les pertes/déchets liés au procédé, la MTD consiste à réutiliser divers types de poussières de carbonate de magnésium recueillies, lorsqu'elles ne sont pas recyclables, dans d'autres produits commercialisables.

Applicabilité

L'utilisation des poussières de carbonate de magnésium dans d'autres produits commercialisables peut ne pas être du ressort de l'opérateur.

68. Afin de réduire le plus possible les pertes/déchets liés au procédé, la MTD consiste à réutiliser dans le procédé ou dans d'autres secteurs les boues issues du procédé par voie humide de désulfuration des effluents gazeux.

Applicabilité

L'utilisation dans d'autres secteurs des boues issues du procédé par voie humide de désulfuration des effluents gazeux peut ne pas être du ressort de l'opérateur.

1.4.6 Utilisation de déchets comme combustible et/ou matière première

69. Afin de garantir les caractéristiques des déchets utilisés comme combustibles et/ou matières premières dans les fours à magnésie, la MTD consiste à utiliser les techniques suivantes:

	Technique
a	Sélection de déchets appropriés pour le procédé et le brûleur
b	Application de systèmes d'assurance de la qualité afin de contrôler et de garantir les caractéristiques des déchets et d'analyser tout déchet destiné à être utilisé, en ce qui concerne: I. la disponibilité II. la constance de la qualité III. les critères physiques, par exemple la formation d'émissions, la granulométrie, la réactivité, la combustibilité, la valeur calorifique IV. les critères chimiques, par exemple la teneur en chlore, en soufre, en alcali, en phosphates et en métaux à éviter (teneur totale en chrome, plomb, cadmium, mercure, thallium, par exemple)
c	Contrôle de la quantité des paramètres importants pour tout déchet destiné à être utilisé, notamment la teneur totale en halogènes, en métaux (chrome, plomb, cadmium, mercure, thallium, par exemple) et en soufre

Applicabilité

Les déchets peuvent être utilisés comme combustibles et/ou matières premières dans l'industrie de la magnésie (bien qu'en 2007 ils n'aient encore jamais été mis en œuvre dans ce secteur), sous réserve de leur disponibilité, du type de four utilisé, des qualités souhaitées pour le produit et de la possibilité technique d'alimenter le four avec ces combustibles.

DESCRIPTION DES TECHNIQUES

1.5 Description des techniques pour l'industrie du ciment

1.5.1 Émissions de poussières

	Technique	Description
a	Électrofiltres	Les électrofiltres créent un champ électrostatique en travers de la trajectoire des matières particulaires en suspension dans la veine d'air. Les particules se chargent négativement et se dirigent vers les plaques collectrices chargées positivement. Celles-ci sont frappées ou mises à vibrer régulièrement, ce qui fait tomber la poussière dans des bacs de récupération placés en dessous. Il est important d'optimiser les cycles de frappe des filtres électrostatiques pour réduire au minimum le réentraînement des particules et ainsi limiter le risque de moindre visibilité du panache formé au sommet de la cheminée. Les filtres électrostatiques se caractérisent par leur aptitude à supporter des températures élevées (jusqu'à 400 °C environ) et de forts taux d'humidité. Les principaux inconvénients de cette technique tiennent à la baisse de son efficacité du fait de l'accumulation sur les électrodes de matières, provenant notamment du chlore et du soufre introduits dans le four, formant une couche isolante. Il importe, pour garantir la performance des électrofiltres, d'éviter les pics de CO. Bien qu'il n'y ait pas de restrictions techniques à l'applicabilité des électrofiltres dans les divers procédés de l'industrie du ciment, ils ne sont pas souvent retenus pour le dépoussiérage dans les broyeurs à ciment du fait des coûts d'investissement et du rendement (émissions relativement élevées) lors des démarrages et des mises à l'arrêt.
b	Filtres à manches	Les filtres à manches sont efficaces pour collecter les poussières. Le principe de base d'un filtre à manches consiste à utiliser une membrane en tissu perméable aux gaz mais retenant les poussières. L'élément filtrant est disposé géométriquement. Dans un premier temps, les poussières se déposent sur les fibres en surface et à l'intérieur du tissu mais comme une couche de poussière se forme à la surface du filtre, la poussière devient le principal élément filtrant. Les gaz de dégagement peuvent

	Technique	Description
		circuler de l'intérieur de la manche vers l'extérieur ou l'inverse. Au fur et à mesure que la couche de poussière s'épaissit, la résistance au flux de gaz augmente. Le média filtrant doit donc être nettoyé régulièrement pour contrôler la perte de charge dans le filtre. Un filtre à manches doit avoir plusieurs compartiments isolés les uns des autres en cas de rupture d'une manche; les manches doivent être suffisamment nombreuses pour que le filtre conserve son efficacité si l'une d'elles est percée. Chaque compartiment doit être muni d'un «détecteur de manche percée» indiquant qu'il faut la remplacer, le cas échéant. Les filtres à manches sont disponibles dans une gamme de tissus tissés et non tissés. Les tissus synthétiques modernes peuvent supporter des températures assez élevées (jusqu'à 280 °C). La performance des filtres à manches est principalement influencée par différents paramètres tels que la compatibilité du média filtrant avec les caractéristiques des effluents gazeux et de la poussière, les propriétés adéquates de résistance thermique, mécanique et chimique, notamment en relation avec l'hydrolyse, l'oxydation, les acides, les alcalis ainsi que la température des procédés. L'humidité et la température des gaz doivent être prises en considération lors du choix de la technique appliquée.
c	Filtres hybrides	Les filtres hybrides associent des électrofiltres et des filtres à manches dans un même dispositif. Ils résultent en général de la conversion d'électrofiltres existants. Ils permettent une réutilisation partielle d'équipements anciens.

1.5.2 Émissions de NO_x

	Technique	Description
a	Mesures/techniques primaires	
	I Refroidissement de la flamme	L'ajout d'eau au combustible ou directement dans la flamme à l'aide de différentes méthodes d'injection telles que l'injection d'un fluide (liquide) ou de deux fluides (liquide et air comprimé ou solides) ou l'utilisation de déchets liquides/solides à forte teneur en eau abaisse la température et augmente la concentration en radicaux hydroxyles. Cela peut avoir un effet positif sur la réduction des NO _x dans la zone de clinkérisation.
	II. Brûleurs à bas NO _x	La conception des brûleurs bas NO_x (chauffe indirecte) varie dans les détails, mais pour l'essentiel, le combustible et l'air sont injectés dans le four par des conduites concentriques. La proportion d'air primaire ne représente plus que 6 à 10 % de ce qui est nécessaire dans une combustion stœchiométrique (en règle générale, 10 à 15 % dans des brûleurs classiques). De l'air axial est injecté à grande vitesse dans la conduite extérieure. Le charbon peut être injecté par la conduite centrale ou par la conduite intermédiaire. Une troisième conduite sert à injecter un flux d'air tourbillonnaire mis en mouvement par des aubes situées à la sortie ou avant la sortie de la canne d'alimentation en combustible. Cette conception de brûleur provoque une inflammation très rapide, en particulier des composés volatils du combustible, dans une atmosphère appauvrie en oxygène, ce qui tend à réduire la formation de NO_x. La mise en place de brûleurs à bas NO_x n'est pas toujours suivie d'une réduction des émissions de NO_x. L'installation du brûleur doit être optimisée.
	III. Cuisson en milieu de four	Dans les fours longs en voie humide ou sèche, la création d'une zone réductrice par la combustion de combustibles en morceaux peut diminuer les émissions de NO_x. Comme il n'existe pas normalement de zone de température à 900 ou 1 000 °C dans les fours longs, des systèmes de cuisson ont été aménagés en milieu de four pour permettre l'incinération des déchets qui ne peuvent être brûlés par le brûleur primaire, comme par exemple les pneus. La vitesse de combustion des combustibles peut être déterminante. Si elle est trop lente, une atmosphère réductrice se crée dans la zone de clinkérisation, ce qui peut gravement compromettre la qualité du produit, et si elle est trop élevée, la température dans la zone de chaînage du four peut devenir excessive, ce qui endommage irrémédiablement les chaînes. Une plage de températures inférieure à 1 100 °C exclut l'utilisation de déchets dangereux d'une teneur en chlore supérieure à 1 %.
	IV. Ajout de minéralisateurs afin d'améliorer la combustibilité du cru (clinker minéralisé)	L'apport de minéralisateurs tels que le fluor dans la matière première permet de rectifier la qualité du clinker et d'abaisser la température dans la zone de clinkérisation. La baisse de la température de cuisson réduit également la formation de NO _x .

	Technique	Description
	V. Optimisation des procédés	L'optimisation du procédé, notamment la stabilisation et l'optimisation des conditions de fonctionnement du four et de la chauffe, l'optimisation de la régulation de la conduite du four et/ou l'homogénéisation des combustibles introduits, peut servir à réduire les émissions de NO _x . Des mesures/techniques d'optimisation primaires générales (mesures/techniques de contrôle des procédés, amélioration de la technique de chauffe indirecte, optimisation des liaisons des refroidisseurs et de la sélection des combustibles et optimisation des niveaux d'oxygène) ont également été mises en œuvre.
b	Combustion étagée (combustibles conventionnels ou à base de déchets), également en combinaison avec un précalcinateur et l'utilisation d'un mélange combustible optimisé	La combustion étagée est utilisée dans les fours à ciment possédant un précalcinateur spécifiquement conçu. Le premier étage de la combustion est le four rotatif où les conditions de cuisson du clinker sont optimales. Le deuxième étage est un brûleur situé à l'entrée du four; il crée une atmosphère réductrice qui décompose une partie des oxydes d'azote formés dans la zone de clinkérisation. La température élevée de cette zone favorise la reconversion des NO _x en azote élémentaire. Au troisième étage, le combustible est introduit dans le calcinateur avec une certaine quantité d'air tertiaire, ce qui crée là aussi une atmosphère réductrice. Ce procédé diminue la formation de NO _x à partir du combustible et réduit également les émissions de NO _x du four. Au quatrième et dernier étage de combustion, le reste d'air tertiaire est introduit dans l'installation en tant qu'air final et utilisé pour la combustion résiduelle.
c	SNCR	La réduction non catalytique sélective (SNCR) consiste à injecter de l'eau ammoniacale (jusqu'à 25 % de NH ₃), des composés de précurseurs d'ammoniac ou une solution d'urée dans les gaz de combustion pour réduire le NO en N ₂ . La réaction est optimale entre 830 et 1 050 °C, et le temps de séjour doit être suffisant pour que les agents injectés aient le temps de réagir avec le NO.
d	SCR	La SCR réduit le NO et le NO ₂ en N ₂ à l'aide de NH ₃ et d'un catalyseur entre 300 et 400 °C. Cette technique est très utilisée pour réduire les émissions de NO _x dans d'autres secteurs industriels (centrales électriques au charbon, incinérateurs de déchets). Les fabricants de ciment s'intéressent surtout à deux systèmes: une configuration pour effluents gazeux à faible teneur en poussières, placée entre une unité de dépoussiérage et la cheminée, et une configuration pour effluents gazeux à forte teneur en poussières, entre le préchauffeur et l'unité de dépoussiérage. Dans les systèmes rejetant des gaz résiduels faiblement poussiéreux, il faut réchauffer les effluents gazeux après les avoir épurés, ce qui peut induire des coûts énergétiques supplémentaires et des pertes de charge. Des raisons techniques et économiques incitent à préférer les systèmes de traitement des gaz fortement poussiéreux. Dans ces systèmes, le réchauffage n'est pas requis, car la température des effluents gazeux en sortie du préchauffeur est généralement celle requise pour le fonctionnement de la SCR.

1.5.3 Émissions de SO_x

	Technique	Description
a	Addition d'absorbants	L'absorbant est ajouté aux matières premières (addition de chaux hydratée) ou injecté dans le flux de gaz [par exemple chaux hydratée ou éteinte (Ca(OH)₂), chaux vive (CaO), cendres volantes activées à haute teneur en CaO ou bicarbonate de soude (NaHCO₃)]. La chaux hydratée peut être chargée dans le broyeur à cru avec les constituants de la matière première ou ajoutée directement dans le cru introduit dans le four. L'addition de chaux hydratée présente l'avantage d'entraîner, à partir du calcium contenu dans l'additif, la formation de produits de réaction qui peuvent être directement incorporés dans la cuisson du clinker. L'absorbant peut être injecté dans le flux de gaz à l'état sec ou humide (épuration par voie semi-sèche). L'absorbant est injecté dans la trajectoire des effluents gazeux à des températures proches du point de rosée de l'eau, ce qui favorise l'absorption du SO₂. Dans les fours à ciment, cette plage de températures est généralement atteinte dans la zone située entre le broyeur à cru et le collecteur de poussières.

	Technique	Description
b	Épurateur par voie humide	L'épuration par voie humide est la technique de désulfuration des effluents gazeux la plus utilisée dans les centrales à charbon. Dans les procédés de fabrication du ciment, la voie humide est une technique établie pour réduire les émissions de SO₂. L'épuration par voie humide est basée sur la réaction chimique suivante $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \leftrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ Les SO_x sont absorbés par un liquide ou par un lait qui est pulvérisé dans une colonne de lavage. L'absorbant est généralement du carbonate de calcium. De toutes les méthodes de désulfuration des gaz de combustion (FGD), les systèmes d'épuration en voie humide sont ceux qui éliminent le plus efficacement les gaz acides solubles avec les facteurs stoechiométriques d'excès les plus faibles et le taux de production de déchets solides le plus bas. Cette technique entraîne une consommation d'eau assez importante, ce qui impose un traitement des eaux usées.

1.6 Description des techniques pour l'industrie de la chaux

1.6.1 Émissions de poussières

	Technique	Description
a	Électrofiltres	Les électrofiltres sont décrits à la section 1.5.1. Ils sont adaptés à des températures dépassant le point de rosée et atteignant 400 °C. De plus, il est également possible d'utiliser les ESP à des températures proches ou inférieures au point de rosée. En raison des débits élevés et des charges de poussières relativement importantes, les fours rotatifs sans préchauffeurs, principalement, mais aussi les fours rotatifs avec préchauffeurs, sont équipés d'électrofiltres. En cas d'association avec une tour de quench, d'excellentes performances peuvent être obtenues.
b	Filtre à manches	Les filtres à manches sont décrits à la section 1.5.1. Ils sont bien adaptés pour les fours, les unités de broyage et de concassage pour la chaux vive et pour le calcaire, pour les unités d'hydratation de la chaux et pour le transport de matériaux, ainsi que pour les installations de stockage et de déchargement. Une combinaison avec des préfiltres à cyclone est souvent utile. Le fonctionnement des filtres à manches est limité par les conditions caractérisant les effluents gazeux tels que la température, l'humidité, la charge de poussières et la composition chimique. Il existe différents tissus résistants à l'usure mécanique, thermique et chimique, qui répondent à ces conditions.
c	Dépoussiéreur par voie humide	Les dépoussiéreurs par voie humide éliminent la poussière des flux d'effluents gazeux en amenant ces derniers au contact d'un liquide de lavage (habituellement de l'eau), de sorte que les particules de poussières sont retenues dans le liquide puis éliminées par rinçage. Il existe plusieurs types de dépoussiéreurs par voie humide pour la séparation des poussières. Les types les plus couramment utilisés pour les fours à chaux sont les épurateurs par voie humide étagés/en cascades, dynamiques et venturi. La majorité des épurateurs par voie humide utilisés dans les fours à chaux sont de type en cascades/étagés. Les épurateurs par voie humide sont choisis lorsque la température des effluents gazeux est proche ou en dessous du point de rosée. Ils peuvent également être choisis lorsque l'espace est limité. Les épurateurs par voie humide sont parfois utilisés à des températures de gaz plus élevées; dans ce cas, l'eau refroidit les gaz et réduit leur volume.
d	Séparateur centrifuge/cyclone	Dans un séparateur centrifuge/cyclone, les particules de poussières à éliminer d'un flux d'effluents gazeux sont projetées vers la paroi extérieure de l'unité sous l'effet de la force centrifuge et sont ensuite éliminées par une ouverture située au fond de l'unité. La force centrifuge peut être générée en dirigeant le flux de gaz dans un récipient cylindrique pour lui imprimer un mouvement hélicoïdal descendant (séparateurs cycloniques), ou au moyen d'un rotor installé dans l'unité (séparateurs centrifuges mécaniques). Cependant, ces séparateurs ne conviennent qu'en tant que préséparateurs en raison de leur efficacité limitée d'élimination des particules; ils permettent d'éviter une sollicitation excessive des électrofiltres et des filtres à manches et réduisent les problèmes d'abrasion.

1.6.2 Émissions de NO_x

	Technique	Description
a	Conception du brûleur (brûleur à bas NO _x)	Les brûleurs à bas NO _x sont utiles pour réduire la température de la flamme et donc pour réduire les NO _x thermiques et (dans une certaine mesure) les NO _x provenant du combustible. La réduction des NO _x est obtenue par un apport d'air de rinçage pour abaisser la température de la flamme ou au moyen de brûleurs à régime pulsé. Les brûleurs à bas NO _x sont conçus pour réduire la part d'air primaire, ce qui conduit à une réduction de la formation de NO _x , tandis que les brûleurs courants à plusieurs conduites fonctionnent avec une proportion d'air primaire de 10 à 18 % de l'air de combustion total. La proportion accrue d'air primaire donne une flamme courte et intense du fait du mélange précoce de l'air secondaire chaud et du combustible. Cela génère des températures de flamme élevées et entraîne une importante formation de NO _x , ce qui peut être évité en utilisant des brûleurs bas NO _x .
b	Étagement de l'air	Une zone réductrice est créée en réduisant l'alimentation en oxygène dans les zones de réaction primaires. La température élevée dans cette zone est particulièrement favorable à la réaction qui reconvertit les NO _x en azote élémentaire. Dans les phases de combustion ultérieures, l'alimentation en air et en oxygène est augmentée afin d'oxyder les gaz formés. Un mélange air/gaz efficace dans la zone de chauffe est nécessaire pour faire en sorte que le CO et les NO _x soient maintenus à de faibles niveaux. En 2007, l'étagement de l'air n'avait encore jamais été mis en œuvre dans le secteur de la chaux.
c	SNCR	Dans le procédé de réduction non catalytique sélective (SNCR), les oxydes d'azote (NO et NO ₂) présents dans les effluents gazeux sont éliminés et convertis en azote et en eau par injection dans le four d'un agent réducteur qui réagit avec les oxydes d'azote. L'ammoniac ou l'urée sont habituellement utilisés comme agent réducteur. Les réactions se produisent à des températures comprises entre 850 et 1 020 °C, la plage optimale se situant classiquement entre 900 et 920 °C.

1.6.3 Émissions de SO_x

	Technique	Description
a	Techniques d'ajout d'absorbant	Cette technique consiste en l'addition d'un absorbant sec directement dans le four (déversement ou injection), ou d'un absorbant sous forme sèche ou humide (chaux hydratée ou bicarbonate de sodium, par exemple) dans les effluents gazeux, afin d'éliminer les émissions de SO _x . Lorsque l'absorbant est injecté dans les effluents gazeux, il faut prévoir un temps de séjour suffisant entre le point d'injection et le collecteur de poussières (filtre à manches ou électrofiltre) afin d'obtenir une absorption efficace. Dans le cas des fours rotatifs, les techniques d'absorption sont notamment les suivantes: — utilisation de calcaire fin: sur un four rectiligne rotatif alimenté par de la dolomite, on a constaté que des réductions significatives des émissions de SO ₂ pouvaient être obtenues lorsque le four était alimenté avec des pierres à teneur élevée en calcaire fin ou ayant tendance à se désagréger à la chaleur. Les particules de calcaire fin calcinées sont entraînées par les fumées du four et éliminent le SO ₂ sur le trajet du dépoussiéreur et à l'intérieur de celui-ci. — injection de chaux dans l'air de combustion: il s'agit d'une technique brevetée (EP 0734755 A1) qui réduit les émissions de SO ₂ provenant des fours rotatifs par injection de chaux vive ou hydratée très fine dans l'air acheminé dans la hotte de combustion du four.

1.7 Description des techniques pour l'industrie de l'oxyde de magnésium (voie sèche)

1.7.1 Émissions de poussières

	Mesure/technique	Description
a	Électrofiltres	Les électrofiltres sont décrits à la section 1.5.1.

	Mesure/technique	Description
b	Filtres à manches	Les filtres à manches sont décrits à la section 1.5.1. Les filtres à manches retiennent une grande quantité de particules, généralement entre 98 et 99 %, selon la granulométrie. Cette technique est la plus efficace pour retenir les particules, en comparaison avec les autres mesures/techniques de dépoussiérage utilisées dans l'industrie de l'oxyde de magnésium. Cependant, en raison des températures élevées des fumées de four, il est nécessaire d'utiliser des matériaux filtrants spéciaux, capables de résister aux hautes températures. Dans la fabrication de la magnésie calcinée à mort, on utilise des matériaux filtrants pouvant supporter des températures allant jusqu'à 250 °C, tels que le PTFE (téflon). Ce matériau résiste bien aux acides et alcalis, ce qui a permis de résoudre de nombreux problèmes de corrosion.
c	Séparateurs centrifuges/cyclones	Les cyclones sont décrits à la section 1.6.1. Il s'agit d'équipements robustes qui peuvent fonctionner dans une large plage de températures avec une faible consommation d'énergie. En raison du degré de séparation plus ou moins limité selon le système, les cyclones sont principalement utilisés comme séparateurs préliminaires pour les poussières grossières et les effluents gazeux.
d	Dépoussiéreurs par voie humide	Les dépoussiéreurs par voie humide (également appelés épurateurs par voie humide) sont décrits à la section 1.6.1. Les dépoussiéreurs par voie humide peuvent être divisés en plusieurs types selon leur conception et leurs principes de fonctionnement, tel que le type Venturi. Ce type de séparateur de poussières par voie humide a plusieurs applications dans l'industrie de l'oxyde de magnésium, y compris lorsque le gaz est dirigé dans la section la plus étroite du tube Venturi, appelée «col Venturi» et peut atteindre des vitesses de l'ordre de 60 à 120 m/s. Les fluides de lavage introduits au niveau du col du tube Venturi sont diffusés sous la forme d'une brume de gouttelettes très fines, et sont étroitement mélangés avec le gaz. Les particules qui s'accrochent aux gouttelettes d'eau deviennent plus lourdes et peuvent être facilement filtrées à l'aide d'un séparateur de gouttes installé dans le séparateur humide Venturi.

1.7.2 Émissions de SO_x

	Technique	Description
a	Technique d'ajout d'absorbant	Cette technique consiste à injecter un absorbant sous forme sèche ou humide (épuration par voie semi-sèche) dans les effluents gazeux afin d'éliminer les émissions de SO_x. Un temps de séjour suffisant entre le point d'injection et le collecteur de poussières est très important afin d'obtenir un rendement d'absorption élevé. Des qualités de MgO réactives peuvent être utilisées comme absorbants pour le SO₂ dans l'industrie de l'oxyde de magnésium. Malgré sa moins bonne efficacité par rapport aux autres absorbants, l'utilisation de qualités de MgO réactives présente un double avantage: un investissement plus faible et une absence de contamination des poussières filtrées par d'autres substances. Les poussières filtrées et collectées peuvent ensuite être réutilisées en remplacement des matières premières pour produire de la magnésie, ou être employées comme engrais (sulfate de magnésium), limitant ainsi la production de déchets.
b	Épurateur par voie humide	Dans la technique d'épuration par voie humide, les SO_x sont absorbés par un liquide/suspension qui est pulvérisé à contre-courant des gaz dans une colonne de lavage. Cette technique nécessite un volume d'eau compris entre 5 et 12 m³/tonne de produit, ce qui impose un traitement des eaux usées.