

**Projet d'orientations concernant les
meilleures techniques disponibles et
les meilleures pratiques
environnementales**

Techniques communes

Techniques communes de réduction des émissions

Ce chapitre fournit des informations générales sur les techniques de contrôle applicables à l'ensemble des catégories de sources ponctuelles énumérées à l'Annexe D. Des informations supplémentaires spécifiques aux différents secteurs sont fournies dans les chapitres respectifs traitant de ces derniers.

Afin d'étudier toutes les options pertinentes pour le secteur considéré, il est nécessaire de tenir compte à la fois des méthodes communes décrites dans la présente section et des techniques spécifiques à chaque secteur.

Les émissions de mercure particulaire peuvent être traitées dans une certaine mesure par des dépoussiéreurs. La plupart des techniques de dépoussiérage sont communément appliquées dans tous les secteurs. Le taux d'élimination du mercure dépend de l'état et de la forme chimique de celui-ci (oxydé ou élémentaire, par exemple). Le plus souvent, le mercure élémentaire n'est pas retenu par les dépoussiéreurs : il est possible d'améliorer son taux d'élimination par ces dispositifs en lui faisant subir une oxydation en phase gazeuse. Les équipements de dépoussiérage les plus couramment utilisés sont les filtres à manches (FM) et les précipitateurs électrostatiques (électrofiltres - EF).

Une technique couramment utilisée dans tous les secteurs pour éliminer spécifiquement le mercure est l'utilisation de charbon actif, injecté dans le flux gazeux ou sous forme de lit filtrant. Afin d'améliorer le rendement d'épuration du charbon actif, il est possible d'utiliser des agents oxydants (par exemple, injectés dans les effluents gazeux ou adsorbés sur le charbon actif).

Filtres à manches

Les filtres à manches (dépoussiéreurs à surfaces filtrantes textiles) permettent de séparer les particules de poussière du gaz. Ils constituent l'un des types de dépoussiéreurs les plus efficaces et les plus économiques, et leur rendement de séparation peut être supérieur à 99,99 % pour les particules très fines. Les gaz pénètrent dans le dispositif et traversent des sacs de filtration (manches), qui peuvent être constitués de différents matériaux (par exemple, tissu ou feutre en coton, matériau synthétique ou fibres de verre) selon les caractéristiques des gaz de combustion.

Afin d'améliorer sa capacité de filtration et sa durée de vie, la surface textile est souvent recouverte d'une précouche, le plus souvent en carbonate de calcium (calcaire), qui est chimiquement inerte. Ceci permet d'augmenter l'efficacité du dépoussiérage grâce à la formation d'un gâteau de filtration, qui améliore la rétention des particules fines et protège le support textile de l'humidité et des particules abrasives. En l'absence de précouche de filtration, le support textile laisse passer les particules fines, en particulier lors du démarrage. En effet, c'est surtout le gâteau de filtration qui retient les particules plus fines, le sac n'assurant qu'une partie de la filtration.

Le mercure gazeux n'est généralement pas arrêté par les filtres à manche. Pour améliorer le rendement du procédé, il faut dans la mesure du possible faire passer le mercure de sa forme gazeuse à sa forme oxydée, qui peut se fixer sur des particules. Plusieurs mesures permettent d'augmenter l'efficacité du filtre à manche, par exemple, l'association avec l'injection de sorbant sec ou semi-sec (absorbeur-sécheur à pulvérisation), la mise en place d'une étape de filtration supplémentaire et l'ajout d'une surface réactive sur le gâteau de filtration.

Électrofiltres

Les électrofiltres font appel aux forces électrostatiques pour séparer les particules de poussière des gaz de combustion. Les gaz chargés en poussières s'écoulent entre une électrode émissive et une électrode réceptrice. Les particules en suspension dans l'air se chargent négativement en passant dans le champ ionisé créé entre les électrodes. Ces particules chargées sont attirées par l'électrode réceptrice mise à la terre, sur laquelle elles viennent se coller. Les matières collectées sur les électrodes sont détachées par choc ou vibration (ébranlage), en continu ou à intervalles prédéfinis. Il est généralement possible de nettoyer les électrofiltres sans arrêter la circulation de gaz.

Les principaux facteurs ayant une incidence sur le rendement de séparation des électrofiltres sont la résistivité et la granulométrie des particules. Les autres facteurs sont la température, le débit des effluents gazeux, la teneur en eau, les agents modificateurs ajoutés aux effluents gazeux et la surface de collecte.

Les électrofiltres humides fonctionnent avec des flux d'air saturé en vapeur d'eau (100 % d'humidité relative). Ils servent souvent à débarrasser les effluents gazeux industriels des liquides en suspension tels que les gouttelettes d'acide sulfurique. Ils sont, de même, couramment utilisés pour les gaz possédant une teneur élevée en eau, contenant des particules inflammables ou transportant des particules visqueuses.

Laveurs de gaz

Deux types de laveurs de gaz sont utilisés, l'un essentiellement pour le dépolluage, et l'autre pour l'élimination des composés gazeux acides.

Dans le cas du dépolluage, la liqueur de lavage (habituellement de l'eau) entre en contact avec l'effluent gazeux chargé de particules. Le contact vigoureux entre les flux liquide et gazeux permet d'obtenir un rendement d'épuration élevé. L'humidification entraîne l'agglomération des particules fines, ce qui facilite leur récupération. On peut citer par exemple les laveurs de type Venturi, les laveurs Theissen, ou les laveurs à écoulement radial. L'efficacité de dépolluage de ces équipements peut être supérieure à 98 %, mais la concentration finale en poussières est relativement élevée (plus de 5 mg/Nm³).

Les laveurs de gaz essentiellement dédiés à l'élimination des composés gazeux acides sont souvent du type tour de lavage. Ils permettent l'élimination de polluants comme le dioxyde de soufre (SO₂), l'acide chlorhydrique (HCl) et l'acide fluorhydrique (HF), grâce à l'utilisation d'une liqueur de lavage qui absorbe ces composés. Ils servent souvent à traiter des gaz préalablement dépollués.

Les gaz « épurés » par ces deux types de laveurs passent normalement dans un dévésiculateur afin d'éliminer les gouttelettes d'eau. À la sortie du système, l'eau de lavage est dépolluée puis rejetée ou renvoyée dans le circuit.

L'absorption du mercure élémentaire peut être améliorée par l'ajout de composés sulfurés ou de charbon actif dans la liqueur de lavage (Miller et al. 2014).

On fait aussi souvent appel à des techniques de précipitation pour éliminer le mercure oxydé présent dans les eaux de lavage. Des flocculants (composés sulfurés) sont ajoutés à celles-ci afin de convertir efficacement le mercure soluble en un composé insoluble. On peut en outre leur adjoindre du charbon actif pour capter le mercure immédiatement après sa conversion (Bittig, 2014).

Lorsque l'eau de lavage contient des composés réducteurs (par exemple des sulfites), il est possible que le mercure se retransforme en mercure élémentaire et soit à nouveau émis (Keiser et al. 2014). On peut éviter cette situation en assurant la présence d'ions, par exemple des fluorures, chlorures, bromures ou iodures, avec lesquels le mercure peut réagir et former des composés.

Récapitulation des équipements de dépolluage

Le tableau 1 donne des informations sur les performances des équipements de dépolluage.

Tableau 1

Performances des équipements de dépolluage (exprimées en concentration moyenne horaire de poussières)

	Concentration de poussières après épuration (mg/m ³)
Filtres à manches	< 1 – 5
Filtres à manches (type à membrane)	< 1
Électrofiltres secs	< 5 – 15
Électrofiltres humides	< 1 – 5
Laveurs de gaz haut rendement	< 20

Source : Document d'orientation sur les meilleures techniques disponibles pour lutter contre les émissions de métaux lourds et de leurs composés provenant des catégories de sources énumérées à l'annexe II du Protocole relatif aux métaux lourds (ECE/EB.AIR/116, 2013)¹.

Sorbants et agents oxydants

Le charbon actif est un sorbant efficace pour le piégeage du mercure dans les gaz de combustion. Il peut être injecté dans ces derniers en amont des équipements de dépolluage, des filtres à manche ou des électrofiltres. Il est aussi possible de faire passer les gaz de combustion sur un filtre à charbon actif. L'aptitude du charbon actif à éliminer le mercure varie en fonction de la température. En effet, pour un sorbant donné, la capacité de rétention ou de piégeage du mercure augmente généralement lorsque la température des gaz de combustion diminue, et celle-ci est essentiellement déterminée par la conception de l'installation et les conditions d'exploitation. En fonction des caractéristiques de l'installation, comme la composition des gaz de combustion

¹ Il convient de noter que l'utilisation des taux d'oxygène comme indicateur de dilution pose problème, et que cette question nécessite un examen plus approfondi.

et le fonctionnement de l'équipement de dépoussiérage, le piégeage du mercure avec du charbon actif standard est relativement efficace à des températures inférieures à 175 °C. Il existe des sorbants de charbon actif haute température permettant de piéger le mercure à des températures supérieures à 175 °C, et allant généralement jusqu'à 350 °C.

Tous les charbons actifs sont combustibles, et dans certaines conditions, auto-inflammables et explosifs. Le risque d'incendie et d'explosion dépend des caractéristiques d'inflammabilité et d'explosivité du produit pulvérulent, ainsi que des procédés et des conditions propres à l'installation. Les charbons actifs de bonne qualité sont très élaborés et posent moins de risques d'incendie et d'explosion que ceux de qualité inférieure. Les charbons partiellement activés peuvent toutefois présenter un risque élevé et nécessiter une gestion particulière. L'adsorbant doit être soigneusement choisi et utilisé en respectant les directives appropriées, y compris celles relatives à la prévention des incendies et des explosions (par exemple, éviter la circulation d'air à faible vitesse dans les lits, éviter les accumulations importantes de dépôts à l'intérieur du système en surveillant et en vidant continuellement les trémies afin de prévenir les risques d'incendie, et mettre en place une bonne gestion des opérations de nettoyage en cas de déversement). La dilution du charbon actif avec des matières inertes peut supprimer le risque d'explosion. Pour les applications dans lesquelles le charbon actif est ajouté à des effluents gazeux peu chargés en poussières, il peut être avantageux de mélanger le charbon actif avec des sorbants non combustibles (Licata et al. 2007; Derenne et al., 2008).

Il est possible d'améliorer la rétention du mercure en ajoutant des agents oxydants (c'est-à-dire des halogènes) dans les gaz de combustion ou en utilisant du charbon actif imprégné d'halogènes ou de soufre. Ces techniques sont décrites plus en détail dans les chapitres traitant des secteurs. Il existe un risque potentiel de formation de dioxines et de furanes, en particulier dans les sous-produits, par exemple les cendres et les boues. Il convient d'en tenir compte.

Les déchets de charbon actif doivent être traités conformément aux dispositions de l'article 11 (déchets de mercure) et aux règlements nationaux applicables.

Le tableau 2 montre les performances minimales théoriques des techniques de piégeage du mercure au charbon actif.

Tableau 2

Performances minimales théoriques des techniques de piégeage du mercure au charbon actif (exprimées en concentration moyenne horaire de mercure)

	Concentration de mercure après épuración (mg/m³)
Filtre au charbon actif	< 0,01
Filtre au charbon actif imprégné de soufre	< 0,01
Injection de charbon actif + dépoussiéreur	< 0,05
Injection de charbon actif bromé + dépoussiéreur	0,001

Source : Document d'orientation sur les meilleures techniques disponibles pour lutter contre les émissions de métaux lourds et de leurs composés provenant des catégories de sources énumérées à l'annexe II du Protocole relatif aux métaux lourds (ECE/EB.AIR/116, 2013).

L'obtention des concentrations mentionnées dans le tableau 2 dépend en grande partie de l'état et de la forme chimique du mercure (par exemple, mercure oxydé ou particulaire) et de la concentration initiale. La pertinence de ces valeurs dépend de chaque procédé; elle est d'autant plus grande que les concentrations de mercure dans les gaz de combustion sont élevées. Des exemples de niveaux de performance des différentes techniques, utilisées seules ou combinées, sont présentés dans les chapitres traitant des secteurs.