

CH_VB 2960 2000-0723 vom 13. Juni 2000

Bundesverwaltung, 2000-06-13, DE

Quelle: https://mcp.opencaselaw.ch/entscheid/ch_vb_2960_2000-0723

FR: CH_VB 2960 2000-0723 du 13 juin 2000

IT: CH_VB 2960 2000-0723 del 13 giugno 2000

Erwägungen

E. 15

Mesures primaires portant sur les déchets à incinérer. Les mesures qui consistent à agir sur les produits de départ par une réduction des substances halogénées et leur remplacement par des substances non halogénées ne conviennent pas dans le cas de l'incinération des déchets urbains ou des déchets dangereux. Mieux vaut modifier le procédé d'incinération et prendre des mesures secondaires d'épuration des gaz de combustion. Par contre, la gestion du produit de départ est une mesure primaire utile de réduction des déchets qui peut en outre offrir l'avantage d'un recyclage. Il peut en découler une réduction indirecte des émissions de PCDD/PCDF grâce à la diminution des quantités de déchets à incinérer.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2984

E. 16

La modification du procédé d'incinération de façon à optimiser les conditions de combustion (température normalement fixée à 850°C ou plus, calcul de l'apport d'oxygène en fonction du pouvoir calorifique et de la consistance des déchets, contrôle du temps de séjour – environ 2 s pour 850°C – et de la turbulence des gaz, élimination des zones de gaz froids dans l'incinérateur, etc.) est une mesure importante qui permet de réduire efficacement les émissions de PCDD/PCDF. Les incinérateurs à lit fluidisé permettent de maintenir une température inférieure à 850°C avec des niveaux d'émission satisfaisants. Les incinérateurs existants devraient normalement être réaménagés ou remplacés, solution qui n'est peut-être pas économiquement viable dans tous les pays. La teneur en carbone des cendres devrait être réduite au minimum.

E. 17

Mesures s'appliquant aux gaz de combustion. Les mesures indiquées ci-après permettent d'abaisser dans des proportions raisonnables la concentration de PCDD/PCDF dans les gaz de combustion. La température de la synthèse de novo de ces substances se situe entre 250 et 450°C. Ces mesures s'imposent donc si l'on veut obtenir les niveaux souhaités en fin de circuit. En voici la liste: a) Extinction des gaz de combustion (mesure très efficace et relativement peu coûteuse); b) Adjonction d'agents inhibiteurs tels que la triéthanolamine ou la triéthylamine (qui ont la faculté de réduire aussi les oxydes d'azote), avec toutefois des réactions secondaires à ne pas négliger pour des raisons de sécurité; c) Utilisation de systèmes de captage des poussières fonctionnant à des températures situées entre 800 et 1000°C (filtres céramiques ou cyclones, p. ex.); d) Application de systèmes à décharges électriques à basse température; e) Prévention des dépôts de cendres volantes dans le dispositif d'évacuation des gaz de combustion.

E. 18

Les méthodes d'épuration des gaz de combustion sont les suivantes: a) Utilisation de dépoussiéreurs classiques pour réduire les émissions de PCDD/PCDF fixés sur des particules; b) Réduction sélective, catalytique (RCS) ou non catalytique (RNCS); c) Adsorption sur coke ou charbon actif dans des systèmes à lit fixe ou fluidisé; d) Application de différentes méthodes d'adsorption et optimisation des systèmes d'épuration-lavage par utilisation de mélanges de charbon actif, de coke actif, de solutions de chaux et de calcaire dans des réacteurs à lit fixe, mobile ou fluidisé. Le rendement d'extraction des PCDD/PCDF gazeux peut être amélioré par l'application, sur la surface du filtre à manche, d'une première couche de coke actif; e) Oxydation par H₂O₂; f) Application de méthodes de combustion catalytique utilisant différents types de catalyseurs (Pt/Al₂O₃ ou catalyseurs cuivre-chromite avec des promoteurs différents afin de stabiliser la zone superficielle et de freiner le vieillissement du catalyseur).

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2985

E. 19

Grâce aux méthodes ci-dessus, on peut ramener les émissions de PCDD/PCDF dans les gaz de combustion à 0,1 ng ET/m³. On veillera cependant, dans les systèmes utilisant des adsorbants ou filtres au charbon actif ou coke, à ce que les poussières fugaces de carbone n'augmentent pas les émissions de PCDD/PCDF en aval. On notera aussi que les adsorbants et les dépoussiéreurs situés en amont des catalyseurs (technique de réduction catalytique sélective) produisent des résidus chargés de PCDD/PCDF, qui nécessitent eux-mêmes un retraitement ou une élimination dans les règles.

E. 20

La comparaison des différentes mesures de réduction des émissions de PCDD/PCDF dans les gaz de combustion est très complexe. Le tableau correspondant couvre toute une gamme d'installations industrielles de capacités et de configurations diverses. Les paramètres de coût tiennent compte également des mesures de réduction d'autres polluants tels que les métaux lourds (fixés ou non sur des particules). On ne peut donc pas, dans la plupart des cas, dégager de relation directe avec la seule réduction des émissions de PCDD/PCDF. Les données disponibles concernant les différentes mesures antiémissions sont récapitulées au tableau 1. Comparaison de différentes mesures d'épuration des gaz de combustion et modifications des procédés visant à réduire les émissions de PCDD/PCDF dans les installations d'incinération de déchets

| Mesures | Niveau des émissions (%) | Coûts estimatifs | Inconvénients/observations | Modification du produit de départ (mesures primaires): |
|---------|--|------------------|---|--|
| – | Elimination des précurseurs et des produits de départ contenant du chlore; | Non quantifié; | ne semble pas linéairement varier avec la quantité de produit de départ. Le tri préalable du produit de départ est impossible; certaines parties seulement pourraient être collectées; d'autres matières chlorées, par exemple le sel de cuisine et le papier, ne pourraient pas être isolées. Cette solution n'est pas non plus souhaitable pour les déchets chimiques dangereux. – Gestion des flux de déchets. ... | Mesure primaire utile et applicable dans certains cas (huiles de rebut ou composants électriques, p. ex.) qui peut présenter un avantage supplémentaire, celui du recyclage des matériaux. |

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2986 Mesures Niveau des émissions (%)a Coûts estimatifs

Inconvénients/observations Modification des procédés: – Optimisation des conditions de combustion; – Mesures pour éviter les températures inférieures à 850°C et la formation de zones froides dans les gaz de combustion; – Teneur en oxygène suffisante; réglage de l'apport d'oxygène en fonction du pouvoir calorifique et de la consistance du produit de départ; – Temps de séjour et turbulence suffisants. Nécessité d'une mise à niveau de l'ensemble du procédé. Mesures s'appliquant aux gaz de combustion: Prévention des dépôts de particules au moyen de: – Ramoneurs, frappeurs mécaniques ou éjecteurs de suie acoustiques ou à vapeur. Le soufflage de suie à la vapeur peut accroître le taux de formation de PCDD/PCDF. Dépoussiérage sur les incinérateurs à déchets de façon générale: < 10 Moyens Elimination des PCDD/PCDF adsorbés sur les particules. Les méthodes d'extraction des particules dans les courants de gaz de combustion chauds sont appliquées uniquement dans des installations pilotes. – Filtres en tissu; – Filtres céramiques; – Cyclones; – Précipitateurs électrostatiques. 1–0,1 Efficacité faible Efficacité faible Efficacité moyenne Relativement élevés Moyens A utiliser à des températures < à 150°C. A utiliser à des températures situées entre 800 et 1000°C. A utiliser à une température de 450°C; une synthèse de novo de PCDD/PCDF peut se produire, émissions de NOx supérieures, la récupération de chaleur est moindre. Oxydation catalytique. A utiliser à des températures de 800 à 1000°C. Nécessité d'une réduction séparée pour la phase gazeuse.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2987 Mesures Niveau des émissions (%)a Coûts estimatifs

Inconvénients/observations Extinction des gaz. Unité d'adsorption très performante avec ajout de particules de charbon actif (venturi électrodynamique). Réduction catalytique sélective (RCS). Dépenses d'investissement élevées et coûts d'exploitation faibles Réduction des émissions de NOx en cas d'adjonction de NH3; matériel occupant beaucoup de place; les catalyseurs épuisés et les résidus de charbon actif ou de coke de lignite actif peuvent être éliminés; les catalyseurs peuvent être le plus souvent retraités par les fabricants; le charbon actif et le coke de lignite actif peuvent être brûlés dans des conditions strictement contrôlées. Différentes méthodes d'adsorption par voie humide ou sèche avec des mélanges de charbon actif, de coke actif, de chaux et de solutions de calcaire dans des réacteurs à lit fixe, mobile ou fluidisé: – Réacteur à lit fixe, adsorption avec charbon actif ou coke actif; < 2 (0,1 ng ET/m3) Dépenses d'investissement élevées et coûts d'exploitation moyens Enlèvement des résidus; matériel occupant beaucoup de place. – Réacteur à courant entrainé ou lit fluidisé circulant avec adjonction de coke actif/chaux ou solutions de calcaire puis passage dans un filtre en tissu. < 10 (0,1 ng ET/m3) Faibles dépenses d'investissement, coûts d'exploitation moyens Enlèvement des résidus. Adjonction de H2O2. 2–5 (0,1 ng ET/m3) Dépenses d'investissement et coûts d'exploitation faibles a Emissions restantes par rapport aux émissions obtenues en l'absence de mesures de réduction.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2988

E. 21

Les incinérateurs de déchets médicaux peuvent être une source majeure d'émissions de PCDD/PCDF dans de nombreux pays. Certains déchets médicaux tels que les parties anatomiques humaines, les résidus contaminés, les aiguilles, le sang, le plasma et les produits cytostatiques sont traités comme une catégorie particulière de déchets dangereux

tandis que d'autres sont souvent incinérés sur place, par lots. Dans ce dernier cas, les incinérateurs peuvent répondre aux mêmes normes de réduction des PCDD/PCDF que les autres installations d'incinération.

E. 22

Les Parties pourraient envisager d'adopter des politiques encourageant l'incinération des déchets urbains et des déchets médicaux dans de grandes installations régionales plutôt que dans de petits incinérateurs. De la sorte, l'application des meilleures techniques disponibles pourrait être plus économique.

E. 23

Traitement des résidus de l'épuration des gaz de combustion. Contrairement aux cendres d'incinération, ces résidus contiennent en concentrations relativement élevées des métaux lourds, des polluants organiques (y compris des PCDD/PCDF), des chlorures et des sulfures. Les dispositifs d'épuration-lavage par voie humide, en particulier, produisent de grandes quantités de déchets liquides acides contaminés. L'élimination de ces substances doit donc être parfaitement maîtrisée. Il existe pour ce faire des méthodes de traitement spéciales, dont: a) Le traitement des poussières des filtres en tissu par catalyse à basse température et en atmosphère pauvre en oxygène; b) L'épuration-lavage des poussières des filtres en tissu par le procédé 3-R (extraction des métaux lourds avec des acides et destruction de la matière organique par combustion); c) La vitrification des poussières des filtres en tissu; d) L'application d'autres méthodes d'immobilisation; e) L'application de la technologie du plasma. B. Procédés thermiques appliqués dans la métallurgie

E. 24

Certaines activités métallurgiques peuvent être d'importantes sources d'émissions de PCDD/PCDF. Ce sont: a) La sidérurgie primaire (hauts fourneaux, ateliers d'agglomération et de pelletisation du minerai de fer); b) La sidérurgie secondaire; c) L'industrie des métaux non ferreux de première et deuxième fusion (production du cuivre). Les mesures de lutte contre les émissions de PCDD/PCDF dans les industries métallurgiques sont récapitulées au tableau 2.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2989 Réduction des émissions de PCDD/PCDF dans l'industrie métallurgique
Tableau 2 Mesures Niveau des émissions (%)a Coûts estimatifs Inconvénients/observations
Ateliers d'agglomération Mesures primaires: – Optimisation/enveloppement des convoyeurs à bandes à agglomérés; Faibles Ces mesures ne sont pas réalisables à 100 %. – Recyclage des gaz résiduels (procédé d'agglomération à faibles émissions), avec réduction d'environ 35 % du débit de gaz résiduels (ce qui réduit d'autant le coût des mesures secondaires en aval); capacité: 1 million Nm³/h; 40 Faibles Mesures secondaires: – Précipitation électrostatique + tamis moléculaire; Efficacité moyenne Moyens – Adjonction de mélanges calcaire/charbon actif; Efficacité élevée (0,1 ng ET/m³) Moyens – Epurateurs-laveurs très performants. Installation en service: AIRFINE (Voest Alpine Stahl Linz) depuis 1993 pour 600 000 Nm³/h; deuxième installation prévue aux Pays-Bas (Hoogoven) en 1998. Taux élevé de réduction des émissions (0,2–0,4 ng ET/m³) Moyens Un taux de 0,1 ng ET/m³ pourrait être obtenu avec un apport d'énergie plus important; aucune installation en service. Production de métaux non ferreux (p. ex. cuivre) Mesures primaires: – Tri préalable de la ferraille, refus des matériaux contenant des matières plastiques et de la ferraille contenant du PCV. Décapage des revêtements et utilisation de

matériaux isolants ne contenant pas de chlore; Faibles Mesures secondaires: – Extinction des gaz de combustion chauds; Efficacité élevée Faibles – Utilisation d'oxygène ou d'air riche en oxygène pour la chauffe, injection d'oxygène dans le four vertical (donnant une combustion complète et une réduction du volume des gaz résiduels); 5–7 (1,5–2 ng ET/m³) Elevés – Réacteur à lit fixe ou à jet fluidisé par adsorption sur charbon actif ou poussier de coke actif; (0,1 ng ET/m³) Elevés

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2990 Mesures Niveau des émissions (%)a Coûts estimatifs
Inconvénients/observations – Oxydation catalytique; (0,1 ng ET/m³) Elevés – Réduction du temps de séjour dans la zone critique de température du circuit des gaz de combustion.
Production de fer et d'acier Mesures primaires: – Dégraissage de la ferraille avant son chargement dans les fours; Faibles Des solvants de nettoyage doivent être utilisés. – Elimination des corps étrangers organiques (huiles, émulsions, graisses, peinture et matières plastiques, etc.) du produit de départ; Faibles – Réduction du volume spécifiquement élevé des gaz résiduels; Moyens – Captage et traitement séparés des émissions provenant des opérations de chargement et de déchargement; Faibles Mesures secondaires: – Captage et traitement séparés des émissions provenant des opérations de chargement et de déchargement; Faibles – Utilisation d'un filtre en tissu en combinaison avec l'injection de coke. < 1 Moyens Production d'aluminium de deuxième fusion Mesures primaires: – Refus des matières halogénées (hexachloréthane); Faibles – Refus des lubrifiants chlorés (paraffines chlorées, p. ex.); Faibles – Nettoyage et tri des charges de ferrailles souillées, par décapage et séchage des copeaux, séparation par suspension dense et dépôt en circuit tourbillonnant; Mesures secondaires: – Filtre en tissu à simple étage ou à étages multiples avec adjonction, en amont, de chaux/charbon actif; < 1 (0,1 ng ET/m³) Moyens/élevés

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2991 Mesures Niveau des émissions (%)a Coûts estimatifs
Inconvénients/observations – Réduction des flux de gaz résiduels et élimination et épuration séparées des flux diversement contaminés; Moyens/élevés – Mesures pour prévenir les dépôts de particules dans les gaz résiduels et favoriser le passage rapide de la plage de température critique; Moyens/élevés – Amélioration du traitement préalable de la ferraille d'aluminium en copeaux par des techniques de séparation en milieu dense et tri par dépôt en circuit tourbillonnant. Moyens/élevés a Emissions restantes par rapport aux émissions obtenues en l'absence de mesures de réduction.

E. 25

Les installations de production et de transformation de métaux qui sont à l'origine d'émissions de PCDD/PCDF peuvent en ramener la concentration, par des mesures antiémissions, à un niveau maximum de 0,1 ng ET/m³ (pour un débit volumique de gaz résiduels supérieur à 5000 m³/h). Ateliers d'agglomération

E. 26

Des mesures effectuées dans des ateliers d'agglomération de l'industrie sidérurgique ont révélé que les émissions de PCDD/PCDF se situaient généralement dans la fourchette de 0,4–4 ng ET/m³; lors d'une mesure unique dans une installation dépourvue de dispositifs antiémissions, il a été relevé une valeur de 43 ng ET/m³.

E. 27

Les composés halogénés peuvent être à l'origine d'émissions de PCDD/PCDF dans les ateliers d'agglomération lorsqu'ils sont présents dans les produits de départ (poussiers de coke, sels contenus dans le minerai) ou dans les matériaux recyclés ajoutés à ceux-ci (calamine, poussières de gaz de haut fourneau, poussières de filtration et boues provenant du traitement des eaux usées). Toutefois, comme dans le cas de l'incinération des déchets, il n'existe pas de relation définie entre la teneur en chlore des produits de départ et les émissions de PCDD/PCDF. Il serait donc indiqué d'éviter la formation de matériaux résiduels contaminés et de déshuiler ou dégraisser la calamine avant de l'utiliser dans l'installation.

E. 28

Une combinaison des différentes mesures secondaires ci-après est la solution la plus efficace pour réduire les émissions de PCDD/PCDF: a) Recyclage des gaz résiduels: cette technique réduit sensiblement les émissions de PCDD/PCDF ainsi que, par ailleurs, le débit d'effluents gazeux. Le coût de l'installation de dispositifs antiémissions en aval s'en trouve diminué;

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 1992 b) Installation de filtres en tissu (dans certains cas en combinaison avec des précipitateurs électrostatiques) ou de précipitateurs électrostatiques avec injection de mélanges charbon actif/coke actif/chaux dans les gaz résiduels; c) Epuración-lavage selon des méthodes nouvelles comprenant l'extinction préalable des gaz résiduels, le lavage très performant et la séparation par dépôt goutte-à-goutte, qui peut ramener les émissions à 0,2-0,4 ng ET/m³. L'utilisation additionnelle d'agents d'adsorption appropriés tels que les coques de lignite ou les fines de charbon permet d'améliorer encore ce résultat (0,1 ng ET/m³). Production de cuivre de première et deuxième fusion

E. 29

Les installations de production de cuivre de première et deuxième fusion existantes peuvent libérer, après épuration des gaz de combustion, entre quelques picogrammes et 2 ng ET/m³ de PCDD/PCDF. Par le passé, un seul four de grillage pouvait émettre jusqu'à 29 ng ET/m³ avant l'optimisation des agrégats. Les valeurs d'émissions de PCDD/PCDF de ces installations sont généralement très inégales en raison des caractéristiques très diverses des matières premières, lesquelles sont utilisées dans des agrégats et selon des procédés eux-mêmes très différents.

E. 30

Les mesures ci-après permettent généralement de réduire les émissions de PCDD/PCDF: a) Tri préalable de la ferraille; b) Traitement préalable de la ferraille, par exemple l'enlèvement des revêtements de matière plastique ou de PVC et le prétraitement des déchets de câbles uniquement à froid ou par des méthodes mécaniques; c) Extinction des gaz résiduels chauds (avec possibilité d'utiliser la chaleur) afin de réduire le temps de séjour dans la zone thermique critique du circuit des effluents gazeux; d) Combustion à l'oxygène ou en milieu riche en oxygène ou injection d'oxygène dans le four de grillage (d'où une combustion complète et une réduction du volume des gaz résiduels); e) Adsorption dans un réacteur à lit fixe ou à jet fluidisé sur du charbon actif ou du poussier de coke actif; f) Oxydation catalytique. Production d'acier

E. 31

Les émissions de PCDD/PCDF provenant des aciéries à convertisseur et des cu-bilots à air chaud, des fours électriques et des fours à arc de fonderie sont largement inférieures à 0,1 ng ET/m³. Les fours à air froid et les fours rotatifs (pour la fusion de la fonte) ont des taux d'émission plus élevés.

E. 32

On peut obtenir une concentration de 0,1 ng ET/m³ dans les émissions des fours à arc utilisés pour la production d'acier de deuxième fusion si l'on applique les mesures suivantes:

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2993 a) Captage séparé des émissions provenant des opérations de chargement ou de déchargement; b) Utilisation d'un filtre en tissu ou d'un précipitateur électrostatique en association avec l'injection de coke.

E. 33

La charge des fours à arc contient souvent des huiles, des émulsions ou des graisses. On peut réduire les émissions de PCDD/PCDF en appliquant des mesures primaires de caractère général qui consistent à trier, déshuiler et décaper la ferraille, celle-ci pouvant contenir des matières plastiques, du caoutchouc, des peintures, des pigments ou des additifs de vulcanisation. Fonderies utilisées dans l'industrie de l'aluminium de deuxième fusion

E. 34

Les émissions de PCDD/PCDF provenant des fonderies de l'industrie de l'aluminium de deuxième fusion sont de l'ordre de 0,1 à 14 ng ET/m³, les valeurs dépendant du type d'agrégat de fusion, des matériaux utilisés et des techniques d'épuration des gaz résiduaux employées.

E. 35

Dans ce secteur, l'installation de filtres en tissu à simple étage ou à étages multiples avec adjonction de calcaire/charbon actif/coke actif en amont du filtre permet de répondre au critère de concentration de 0,1 ng ET/m³ dans les émissions, avec un taux d'efficacité de 99 %.

E. 36

On peut aussi envisager d'appliquer les mesures ci-après: a) Réduire au minimum les flux de gaz résiduaux et extraire et épurer séparément ceux qui sont contaminés par des substances différentes; b) Éviter les dépôts de particules dans le circuit des gaz résiduaux; c) Traverser rapidement la plage des températures critiques; d) Améliorer le tri préalable de la ferraille d'aluminium obtenue par déchiquetage en utilisant des techniques de séparation par suspension dense, le classement se faisant par dépôt en circuit tourbillonnant; e) Améliorer le nettoyage préalable de la ferraille d'aluminium par décapage des copeaux puis séchage.

E. 37

Les options d) et e) sont importantes car il est peu probable qu'avec les techniques modernes de fusion sans fondant (où l'on évite l'utilisation de fondants aux halogénures) l'on puisse traiter la ferraille de qualité médiocre qui peut être utilisée dans les fours rotatifs.

E. 38

Il convient de signaler à ce propos que dans le cadre de la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est des discussions sont en cours sur la révision d'une recommandation faite antérieurement d'éliminer progressivement l'utilisation d'hexachloréthane dans l'industrie de l'aluminium.

E. 39

Le matériau de fusion peut être traité selon les techniques les plus récentes – mélanges azote/chlore dans une proportion variant de 9:1 à 8:2, système d'injection de gaz pour assurer une dispersion fine, pré- et postinjection d'azote et dégraissage sous vide. L'utilisation de mélanges azote/chlore a donné une concentration mesurée de PCDD/PCDF dans les émissions d'environ 0,03 ng ET/m³ (contre des valeurs

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2994 supérieures à 1 ng ET/m³ dans le cas d'un traitement exclusivement au chlore). Le chlore est nécessaire à l'élimination du magnésium et d'autres éléments indésirables. C. Combustion de combustibles fossiles dans les chaudières de centrales électriques et de chauffage et les chaudières industrielles

E. 40

Lors de la combustion de combustibles fossiles dans les chaudières de centrales électriques et de chauffage et les chaudières industrielles (d'une puissance thermique > 50 MW), toutes les mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique et d'économie d'énergie entraînent une diminution des émissions de tous les polluants, grâce à la réduction de la quantité de combustible utilisée. Il en résulte parallèlement une réduction des émissions de PCDD/PCDF. Il serait peu économique de tenter d'éliminer le chlore du charbon ou du pétrole, mais la tendance à construire des centrales fonctionnant au gaz contribuera à réduire les émissions de PCDD/PCDF provenant de ce secteur.

E. 41

Il convient de noter que les émissions de PCDD/PCDF risquent d'augmenter sensiblement si l'on décide d'ajouter au combustible des déchets à brûler (boues d'épuration, huiles de rebut, déchets de caoutchouc, etc.). On ne devrait brûler des déchets pour la production d'énergie que dans des installations équipées de dispositifs d'épuration des gaz résiduels entraînant une réduction importante des émissions de PCDD/PCDF (voir la section A ci-dessus).

E. 42

L'application de techniques visant à réduire les émissions d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre et de particules provenant des gaz de combustion peut aussi contribuer à l'élimination des émissions de PCDD/PCDF. Avec ces techniques, le rendement d'élimination des PCDD/PCDF variera d'une installation à l'autre. Des recherches sont menées pour mettre au point des techniques d'élimination des PCDD/PCDF mais, tant que de telles techniques ne sont pas disponibles à une échelle industrielle, on ne peut déterminer la meilleure technique disponible pour les PCDD/PCDF. D. Combustion dans les foyers domestiques

E. 43

La contribution des appareils de combustion domestique aux émissions totales de PCDD/PCDF est moins importante si l'on utilise de manière correcte des combustibles approuvés. En outre, selon le type et la qualité du combustible utilisé, la densité géographique des appareils et leur utilisation, on observe d'importantes variations quant aux valeurs d'émission à l'échelon régional.

E. 44

Les foyers ouverts domestiques ont un plus mauvais taux de combustion des hydrocarbures contenus dans les combustibles et de gaz résiduaux que les grandes installations de combustion, surtout si l'on utilise des combustibles solides tels que le bois ou le charbon, auquel cas les concentrations de PCDD/PCDF émises sont comprises entre 0,1 et 0,7 ng ET/m³.

E. 45

La combustion de matériaux d'emballage en même temps que des combustibles solides provoque une augmentation des émissions de PCDD/PCDF. Il arrive que des ménages privés brûlent dans leur foyer domestique des ordures et des matériaux d'emballage, bien que cette pratique soit interdite dans certains pays. Compte tenu de l'augmentation des redevances d'élimination des ordures, il n'est pas surprenant

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2995 que des ordures ménagères soient brûlées dans les installations de chauffage domestiques. La combustion de bois auquel on a ajouté des matériaux d'emballage peut entraîner une augmentation des émissions de PCDD/PCDF de 0,06 ng ET/m³ (bois seulement) à 8 ng ET/m³ (chiffres rapportés à 11 % de O₂ en volume). Ces résultats ont été confirmés par des enquêtes menées dans plusieurs pays dans lesquels on a relevé jusqu'à 114 ng ET/m³ (pour 13 % d'oxygène en volume dans ce cas) dans les gaz résiduaux provenant des appareils de combustion domestiques brûlant des déchets.

E. 46

On peut réduire les émissions provenant des appareils de combustion domestiques en imposant l'emploi de combustibles de bonne qualité, à l'exclusion des résidus, des matières plastiques halogénées ou d'autres matériaux. Des programmes d'information à l'intention des acheteurs ou utilisateurs d'appareils de combustion domestiques peuvent être efficaces à cet égard. E. Installations de chauffage au bois (puissance <50 MW)

E. 47

D'après des mesures effectuées sur des installations de chauffage au bois, les gaz résiduaux peuvent contenir plus de 0,1 ng ET/m³ de PCDD/PCDF, particulièrement lorsque les conditions sont défavorables à une combustion complète ou que les substances brûlées ont une teneur en composés chlorés supérieure à celle du bois non traité. La concentration totale de carbone dans les gaz résiduaux est un indicateur de la mauvaise qualité de la combustion. On a établi une corrélation entre les émissions de CO, la qualité de la combustion et les émissions de PCDD/PCDF. Le tableau 3 récapitule quelques valeurs de concentration et facteurs d'émission pour des installations de chauffage au bois.

Concentrations et facteurs d'émission pour des installations de chauffage au bois

| Combustible | Concentration (ng ET/m ³) | Facteur d'émission (ng ET/kg) | Facteur d'émission (ng/GJ) |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Bois naturel (hêtre) | 0,02–0,10 | 0,23–1,3 | 12–70 |
| Copeaux de bois naturel provenant des forêts | 0,07–0,21 | 0,79–2,6 | 43–140 |
| Panneaux d'aggloméré | 0,02–0,08 | 0,29–0,9 | 16–50 |

Déchets de bois de construction 2,7–14,4 26–173 1400–9400 Ordures ménagères 114 3230
Charbon de bois 0,03

E. 48

La combustion des déchets de bois de construction (bois de démolition) sur des grilles roulantes émet des quantités élevées de PCDD/PCDF par rapport aux installations brûlant du bois naturel. Une mesure primaire pour réduire les émissions consiste donc à éviter l'utilisation de déchets de bois traité dans les foyers à bois. On

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2996 réservera ce combustible aux installations dotées de dispositifs appropriés d'épuration des gaz de combustion. V. Techniques de réduction des émissions de HAP A. Production de coke

E. 49

Durant la cokéfaction, des HAP sont libérés dans l'air ambiant, surtout: a) Au moment du chargement du four par la bouche d'enfournement; b) Par des fuites provenant de la porte du four, des colonnes montantes ou des tampons des bouches d'enfournement; c) Lors du défournement et du refroidissement du coke.

E. 50

La concentration de benzo(a)pyrène varie considérablement d'une source à l'autre dans une cokerie. Les plus fortes concentrations sont relevées au sommet de la batterie et au voisinage immédiat des portes. 51. Les émissions de HAP provenant de la production de coke peuvent être réduites grâce à des améliorations techniques s'appliquant aux aciéries intégrées actuellement en exploitation. Cela pourrait impliquer de fermer et de remplacer les cokeries anciennes et de réduire de façon générale la production de coke, par exemple en recourant à l'injection de charbon de haute qualité lors de la production d'acier. 52. Une stratégie de réduction des émissions de HAP au niveau des cokeries devrait englober les mesures techniques ci-après: a) Enfournage: – Réduction des émissions de particules lors du chargement du charbon du silo dans l'enfourneuse; – En cas de préchauffage du charbon, transfert de ce dernier en système fermé; – Extraction puis traitement des gaz de remplissage, en faisant passer ces derniers soit dans le four contigu, soit, via un barillet, vers un incinérateur, puis dans un dispositif de dépoussiérage. Dans certains cas, les gaz de remplissage extraits pourront être brûlés sur les enfourneuses; ce procédé laisse à désirer du point de vue environnemental et de la sécurité. Une dépression suffisante devrait pouvoir être produite par injection de vapeur ou d'eau dans les colonnes montantes; b) Tampons des bouches d'enfournement pendant la cokéfaction: – Très bonne étanchéité des tampons; – Lutage des tampons à l'argile (ou tout autre matériau d'efficacité équivalente) après chaque opération d'enfournement; – Nettoyage des tampons et des cadres avant fermeture de la bouche; – La voûte du four doit être nette de tout résidu de charbon;

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2997 c) Les couvercles des colonnes montantes devraient être équipés de gardes d'eau afin d'éviter les émissions de gaz et de goudron; on fera en sorte que ces dispositifs fonctionnent correctement en veillant à un nettoyage périodique; d) Les engins d'ouverture et de fermeture des portes du four devraient être équipés de systèmes de nettoyage des surfaces des joints sur les portes elles-mêmes et les cadres; e) Les portes du four: – Devraient être munies de joints très efficaces (diaphragmes à ressort, p. ex.); – Les

jointes des portes et des cadres devraient être entièrement nettoyés après chaque manipulation; – Devraient être conçues de manière à permettre l'installation de systèmes d'extraction des particules reliés à un dispositif de dépoussiérage (à travers un barillet) durant les opérations de défournement; f) La machine de transfert du coke devrait être équipée d'un capot intégré, d'une gaine fixe et d'un dispositif fixe d'épuration des gaz (de préférence un filtre en tissu); g) On appliquera des procédés de refroidissement du coke produisant peu d'émissions (le refroidissement à sec, p. ex., est préférable à l'extinction par voie humide, pour autant que l'on utilise un système de circulation fermé pour éviter la production d'eaux résiduaires). On s'efforcera de réduire la formation de poussières en cas d'extinction par voie sèche. 53. Il existe un procédé de cokéfaction appelé „cokéfaction sans récupération,, qui émet sensiblement moins de HAP que les procédés usuels avec récupération des sous-produits. La raison en est que les fours fonctionnent à des pressions inférieures à la pression atmosphérique, ce qui empêche les fuites vers l'atmosphère par les portes du four à coke. Au cours de la cokéfaction, les gaz bruts des fours à coke sont éliminés par tirage naturel, ce qui maintient une dépression dans les fours. Ces fours ne sont pas conçus pour récupérer les sous-produits chimiques des gaz bruts émis par les fours à coke. Au lieu de cela, les gaz résiduels de la cokéfaction (y compris les HAP) sont brûlés complètement à haute température et avec un temps de séjour prolongé. On utilise la chaleur perdue provenant de cette combustion pour fournir l'énergie nécessaire à la cokéfaction, le surplus de chaleur pouvant être utilisé pour produire de la vapeur. Sur le plan économique, ce type de cokéfaction peut nécessiter l'utilisation d'une unité de cogénération pour produire de l'électricité à partir du surplus de vapeur. Actuellement, il n'existe qu'une seule cokerie sans récupération aux Etats-Unis et une autre en Australie. Le système comprend essentiellement des fours à coke horizontaux sans récupération des gaz à carreau de sole et une chambre de combustion reliant deux de ces fours. Dans ces deux fours, il est procédé alternativement au chargement et à la cokéfaction. La chambre de combustion est donc toujours approvisionnée en gaz de coke par l'un des deux fours. La combustion du

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2998 gaz de coke dans la chambre fournit la chaleur nécessaire. La chambre de combustion est conçue de façon à assurer un temps de séjour suffisamment long (1 s environ) et une température (900°C min.) suffisamment élevée. 54. On appliquera un programme efficace de surveillance des fuites en provenance des joints des portes de four, des colonnes montantes et des tampons des bouches d'enfournement. Il faudra pour cela rechercher les fuites, en prendre note et les réparer immédiatement, ainsi que prévoir un entretien périodique. On parviendra de cette manière à réduire sensiblement les émissions diffuses. 55. La mise à niveau des fours à coke en service par un système de condensation des fumées provenant de toutes les sources, avec récupération de la chaleur, permet une réduction de 86 à plus de 90 % des émissions de HAP dans l'atmosphère (indépendamment du traitement des eaux résiduaires). Les dépenses d'investissement peuvent être amorties en cinq ans si l'on tient compte de l'énergie récupérée, de l'eau chaude produite, des gaz récupérés pour synthèse et des économies d'eau de refroidissement. 56. En augmentant le volume des fours à coke, on diminue le nombre total de fours, les manœuvres d'ouverture de portes (nombre de défournements par jour) et le nombre de joints, et par conséquent les émissions de HAP. Parallèlement, on augmente la productivité grâce à une baisse des coûts d'exploitation et des dépenses de personnel. 57. Les procédés de refroidissement du coke par voie sèche nécessitent des dépenses d'investissement plus

élevées que les procédés par voie humide. Ce surcoût peut être compensé par une récupération de chaleur obtenue grâce au préchauffage du coke. Dans un dispositif combiné de refroidissement à sec du coke et de préchauffage du charbon, l'efficacité énergétique passe de 38 à 65 %. Le préchauffage active la productivité de 30 %, pourcentage qui peut même atteindre 40 % du fait que la cokéfaction est plus homogène. 58. Toutes les cuves et installations de stockage et de traitement du goudron de houille et des produits apparentés doivent être équipées d'un système efficace de récupération et/ou de destruction des vapeurs. Les coûts d'exploitation des systèmes de destruction peuvent être réduits en mode postcombustion sans apport thermique extérieur si la concentration de composés carbonés dans les déchets est suffisamment élevée. 59. Le tableau 4 récapitule les mesures possibles de réduction des émissions de HAP dans les cokeries.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 2999 Mesures possibles de réduction des émissions de HAP dans les cokeries

Tableau 4 Mesures Niveau des émissions (%) a Coûts estimatifs Inconvénients/ observations – Mise à niveau des installations anciennes pour la condensation des gaz de combustion émis par toutes les sources, par les mesures ci-après: – Evacuation et postcombustion des gaz de remplissage lors de l'enfournement ou transfert de ces gaz dans le four contigu autant que possible. – Prévention, autant que possible, des émissions par les tampons d'enfournement, par exemple en construisant des tampons spéciaux ou en installant des dispositifs d'étanchéité très efficaces. Etanchéité parfaite des portes de four. Nettoyage des tampons d'enfournement et des cadres avant fermeture de la bouche. – Captage et dépoussiérage des gaz résiduels provenant des opérations de défournement. – Extinction du coke par voie humide excluant toute production d'eaux résiduelles. Total <10 (non compris les eaux résiduelles) 5 <5 <5 Elevés (Compter environ cinq ans pour l'amortissement des dépenses d'investissement, compte tenu de la récupération d'énergie, d'eau chaude et de gaz pour synthèse et de l'économie d'eau de refroidissement.) Les émissions dans les eaux résiduelles provenant de l'extinction par voie humide sont très élevées. Cette méthode ne devrait être appliquée que si les eaux sont recyclées en circuit fermé. Procédés d'extinction du coke à émissions réduites (par voie sèche, p. ex.). Aucune émission dans l'eau Dépenses d'investissement plus élevées que dans le cas du refroidissement par voie humide (un préchauffage du coke et l'exploitation de la chaleur résiduelle permettent d'abaisser les coûts). Recours accru aux fours à grand volume afin de réduire le nombre d'ouvertures et la surface des zones à étanchéifier. Considérable Dépenses d'investissement supérieures d'environ 10 % à celles des installations classiques. Une mise à niveau totale de l'installation ou la construction d'une nouvelle cokerie s'impose le plus souvent. a Emissions restantes par rapport aux émissions obtenues en l'absence de mesures de réduction.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3000 B. Production d'anodes 60. Les émissions de HAP provenant de la production d'anodes seront traitées par des techniques analogues à celles qui sont prévues pour la production de coke. 61. On recourt aux mesures secondaires ci-après pour réduire les émissions de poussières contaminées par les HAP: a) Précipitation électrostatique des goudrons; b) Combinaison d'un filtre à goudron électrostatique classique et d'un filtre électrique humide (technique plus efficace); c) Postcombustion thermique des gaz résiduels; d) Epuration par voie sèche à la chaux/coke de pétrole ou à l'alumine (Al₂O₃). 62. Les coûts d'exploitation en postcombustion peuvent être réduits si la concentration de

composés carbonés dans les gaz résiduaux est suffisamment élevée pour l'autocombustion. Le tableau 5 récapitule les mesures possibles de réduction des émissions de HAP liées à la production d'anodes. Mesures possibles de réduction des émissions de HAP provenant de la production d'anodes

| Mesures | Niveau des émissions (%) | Coûts estimatifs | Inconvénients/ observations |
|---|--------------------------|------------------|---|
| Modernisation des installations anciennes par l'application des mesures ci-après, qui permettent de réduire les émissions diffuses: | 3-10 | Elevés | - réduction des fuites; - installation de joints flexibles aux bouches d'enfournement; - évacuation des gaz de remplissage suivie d'un traitement de ces gaz par leur acheminement soit dans le four contigu, soit dans un barillet puis dans un incinérateur et un dispositif de dépoussiérage au sol; - refroidissement des fours à coke; - évacuation et extraction des émissions particulaires provenant du coke. |
| Techniques éprouvées de production d'anodes aux Pays-Bas: - four de type nouveau équipé d'un laveur-épurateur par voie sèche (coke de pétrole/calcaire ou aluminium); - recyclage des résidus dans le caisson à pâte. | 45-50 | | |

Appliquées aux Pays-Bas en 1990. L'épuration au calcaire/ coke de pétrole permet de réduire efficacement les émissions de HAP; l'efficacité de la solution à l'aluminium n'est pas établie.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants

| Mesures | Niveau des émissions (%) | Coûts estimatifs | Inconvénients/ observations |
|---|--------------------------|------------------|---|
| Meilleures techniques disponibles: - précipitation électrostatique des poussières; - postcombustion thermique. | 2-5 | 15 | Coûts d'exploitation plus faibles en mode auto-combustion |
| Nettoyage périodique des goujons nécessaire. Exploitation en mode autocom- bustion dans les seuls cas où la concentration de HAP dans les gaz résiduaux est élevée. | | | |

a Emissions restantes par rapport aux émissions obtenues en l'absence de mesures de réduction. C. Industrie de l'aluminium 63. L'aluminium est le produit de l'électrolyse de l'alumine (Al₂O₃) dans des cuves (cellules) montées en série. Selon le type de l'anode, on a affaire à des cuves à anodes précuites ou à des cuves Soederberg. 64. Les cuves à anodes précuites sont équipées d'anodes composées de blocs de carbone préalablement calciné, qui sont remplacées après consommation partielle. Les anodes Soederberg sont cuites dans la cuve même; elles sont constituées d'un mélange de coke de pétrole et de brai de goudron de houille faisant fonction de liant. 65. Le procédé Soederberg émet de très grandes quantités de HAP. A titre de mesures primaires, on peut moderniser les installations en service et optimiser les procédés, ce qui réduirait les émissions de 70 à 90 %. On pourrait alors atteindre un taux d'émission de 0,015 kg de benzo(a)pyrène/tonne d'aluminium. Le remplacement des anodes Soederberg par des anodes précuites, qui suppose cependant une refonte majeure des installations actuelles, permettrait d'éliminer quasi totalement les émissions de HAP. Toutefois, les dépenses d'investissement liées à une telle intervention sont très élevées. 66. Le tableau 6 récapitule les mesures qui peuvent être prises pour réduire les émissions de HAP provenant de la production d'aluminium.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants

| Mesures | Niveau des émissions (%) | Coûts estimatifs | Inconvénients/ observations |
|--|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| Remplacement des électrodes Soederberg par: - des électrodes précuites (qui permettent d'éviter l'utilisation de liants à base de brai de goudron); - des anodes inertes. Systèmes de pré cuisson fermés avec alimentation ponctuelle en aluminium et régulation efficace du processus; capots couvrant la totalité du bassin permettant une collecte efficace des polluants atmosphériques. | 3-30 | | |

1–5 Surcoût pour les électrodes: environ 800 millions de dollars E.U. Les électrodes Soederberg sont moins coûteuses que les électrodes pré-cuites car leur utilisation ne nécessite pas d'installation de cuisson de l'anode. La recherche progresse mais les perspectives ne sont guère prometteuses. Un fonctionnement correct et la surveillance des rejets sont des éléments essentiels de la lutte contre les émissions. Un fonctionnement défectueux peut en effet être à l'origine d'importantes émissions diffuses. Cuve Soederberg à goujons verticaux avec dispositifs de collecte des gaz résiduels. >10 Mise à niveau de la technique Soederberg par confinement et modification du point d'alimentation: 10 000 à 50 000 dollars E.U. par four Emissions diffuses lors de l'alimentation, de la rupture de la croûte et du relevage des goujons contact métalliques. Technologie Sumitomo (briquettes anodes pour le procédé VSS). Faibles à moyens Epurations des gaz: – filtres à goudron électrostatiques; – combinaison de filtres à goudron électrostatiques traditionnels et de dispositifs électriques de nettoyage des gaz par voie humide; – postcombustion thermique.

2–5 >1 Faibles Moyens Fréquence des étincelles et arcs électriques. Le nettoyage des gaz par voie humide produit des eaux résiduelles. Utilisation de brai avec point de fusion élevé (installations HSS+VSS). Elevé Faibles–moyens Epurations par voie sèche dans les installations HSS+VSS en service. Moyens–élevés a Emissions restantes par rapport aux émissions obtenues en l'absence de mesures de réduction.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3003 D. Combustion dans les foyers domestiques 67. Les poêles et les foyers ouverts peuvent émettre des HAP, surtout lorsque l'on utilise du bois ou du charbon. Les ménages pourraient donc être une source importante d'émissions de HAP en raison des combustibles solides qu'ils brûlent dans les cheminées et les petits appareils de chauffe. Les poêles brûlant du charbon émettent moins de HAP que ceux marchant au bois, car le charbon est de qualité plus régulière et brûle à des températures plus élevées. C'est d'ailleurs la solution la plus répandue dans certains pays. 68. Il convient de signaler en outre qu'en optimisant les caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de combustion (la vitesse de combustion, p. ex.), il est possible de réduire considérablement les émissions de HAP. Cette optimisation inclut la conception de la chambre de combustion ainsi que l'apport d'air. Il existe plusieurs techniques permettant d'améliorer les conditions de combustion et de réduire les émissions, qui donnent des résultats assez différents en matière d'émissions. Avec une chaudière moderne à bois équipée d'une cuve à eau de récupération, qui représente la meilleure technique disponible, les émissions sont réduites de plus de 90 % par rapport à une chaudière ancienne non équipée d'une telle cuve. Une chaudière moderne comprend trois zones différentes: un foyer pour la gazéification du bois, une chambre de combustion du gaz garnie de matériaux céramiques ou autres, qui permet d'atteindre des températures de l'ordre de 1000°C, et une zone de convection. Cette dernière, où l'eau absorbe la chaleur des gaz, devrait être suffisamment longue et efficace pour que la température des fumées soit ramenée de 1000°C à 250°C, voire moins. Il existe aussi d'autres techniques permettant de rééquiper les chaudières anciennes, notamment l'installation de cuves à eau de récupération, de garnissages céramiques ou de brûleurs de boulettes. 69. En optimisant la vitesse de combustion, on abaisse les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures totaux et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. D'autre part, les limites fixées (par les règlements d'agrément par type) aux émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures totaux influent aussi sur les émissions de HAP. Lorsque les émissions de CO et d'hydrocarbures totaux sont faibles, celles de HAP le sont aussi. Comme la mesure des HAP est beaucoup plus coûteuse que celle du

monoxyde de carbone, il est beaucoup plus économique de fixer des limites aux émissions de ce gaz, ainsi que des hydrocarbures totaux. Un projet de norme pour les chaudières à charbon ou à bois d'une puissance maximale de 300 kW est à l'étude au Comité européen de normalisation (CEN) (voir le tableau 7).

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3004 Projets de normes CEN en 1997 Tableau 7 Catégorie 3 2 1 3 2 1 3 2 1 Effet (kW) Monoxyde de carbone Hydrocarbures totaux Particules <50 5000 8000 25 000 150 300 2000 150/ 125 180/ 150 200/ 180 Manuelle >50– 150 2500 5000 12 500 100 200 1500 150/ 125 180/ 150 200/ 180 >150– 300 1200 2000 12 500 100 200 1500 150/ 125 180/ 150 200/ 180 <50 3000 5000 15 000 100 200 1750 150/ 125 180/ 150 200/ 180 Automatique >50– 150 2500 4500 12 500 80 150 1250 150/ 125 180/ 150 200/ 180 >150– 300 1200 2000 12 500 80 150 1250 150/ 125 180/ 150 200/ 180 Note: Niveaux des émissions en mg/m³ pour 10 % de O₂. 70. On peut réduire les émissions des poêles de chauffage domestique fonctionnant au bois par les mesures suivantes: a) Dans le cas des appareils déjà en service, par des programmes d'information et de sensibilisation concernant la nécessité d'utiliser correctement le poêle, de ne brûler que du bois non traité, convenablement préparé et séché de manière à réduire la teneur en eau; b) Dans le cas des appareils nouveaux, par l'application de normes relatives aux produits telles que le projet de norme CEN (et les normes de produits équivalentes en vigueur au Canada et aux Etats-Unis). 71. Il existe des mesures de caractère plus général pour réduire les émissions de HAP, à savoir le développement des installations centrales desservant les ménages et les mesures permettant une économie d'énergie telles qu'une meilleure isolation thermique. 72. Des renseignements sur les mesures possibles sont récapitulés au tableau 8.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3005 Mesures possibles de réduction des émissions de HAP provenant de la combustion dans les foyers domestiques Tableau 8 Mesures Niveau des émissions (%)a Coûts estimatifs Inconvénients/observations Utilisation de charbon séché et de bois séché (c'est-à-dire de bois stocké pendant au moins 18 à 24 mois). Efficacité élevée Utilisation de charbon séché. Efficacité élevée Appareils de chauffage fonctionnant aux combustibles solides conçus de manière à favoriser une combustion complète par: – une optimisation de la zone de gazéification; – une combustion en enceinte à garnissage céramique; – une zone de convection efficace. 55 Moyens Il faudra engager des négociations avec les fabricants afin d'introduire un système d'agrément des appareils. Installation d'une cuve à eau de récupération. Instructions techniques pour la bonne utilisation de l'appareil. 30–40 Faibles Des campagnes actives d'éducation du consommateur, associées à des instructions pratiques et à une réglementation des types de poêle devraient aussi être utiles. Programme d'information du public concernant l'utilisation des poêles à bois. a Emissions restantes par rapport aux émissions obtenues en l'absence de mesures de réduction. E. Installations de préservation du bois 73. Le bois préservé avec des produits à base de goudron de houille contenant des HAP peut être une source importante d'émissions de HAP dans l'atmosphère. Les émissions peuvent se produire pendant le processus d'imprégnation lui-même ainsi que durant le stockage, la manipulation et l'utilisation du bois imprégné à l'air libre. 74. Les produits à base de goudron de houille contenant des HAP les plus utilisés sont le carbonyle et la créosote. Il s'agit dans les deux cas de distillats à base de goudron de houille contenant des HAP qui sont utilisés pour protéger le bois d'œuvre contre les agressions biologiques. 75. Il est possible de réduire les émissions de HAP provenant d'installations de pré-

servation et d'installations de stockage du bois en utilisant plusieurs méthodes qui peuvent être soit appliquées séparément, soit combinées, par exemple:

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3006 a) Bonnes conditions de stockage afin de prévenir la pollution du sol et des eaux de surface par entraînement de HAP ou d'eaux de pluie contaminées (c'est-à-dire aménagement de sites de stockage imperméables à l'eau de pluie, de locaux couverts, réutilisation des eaux contaminées dans le processus d'imprégnation, normes de qualité de la production); b) Mesures visant à réduire les émissions atmosphériques provenant des installations d'imprégnation. (On ramènera p. ex. la température du bois chaud de 90°C à 30 °C au moins avant de le transporter vers les sites de stockage. Toutefois, il faudrait préconiser, en tant que meilleure technique disponible, une autre méthode à la vapeur et sous vide pour imprégner le bois de créosote); c) Recherche de la charge optimale en produit de préservation du bois, qui confère une protection suffisante au matériau traité in situ et qui peut être considérée comme la meilleure technique disponible dans la mesure où elle diminue les besoins de remplacement, réduisant par-là même les émissions des installations de préservation du bois; d) Utilisation de produits de préservation du bois contenant moins de HAP qui sont des POP: – Eventuellement en recourant à de la créosote modifiée qui est une fraction de distillation dont le point d'ébullition est situé entre 270 et 355°C et qui réduit tant les émissions des HAP plus volatils que celles des HAP plus lourds et plus toxiques; – En déconseillant l'emploi de carbonyle, ce qui permettrait aussi de réduire les émissions de HAP; e) Evaluation puis utilisation, selon qu'il convient, de solutions de remplacement, comme celles qui sont indiquées au tableau 9 et qui réduisent au minimum la dépendance à l'égard de produits à base de HAP. 76. Le brûlage du bois imprégné donne lieu à des émissions de HAP et d'autres substances nocives. Si brûlage il y a, il devrait être effectué dans des installations disposant de techniques antipollution adéquates.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3007 Solutions possibles pour remplacer les méthodes de préservation du bois faisant appel à des produits à base de HAP Tableau 9 Mesures Inconvénients Utilisation de matériaux de construction de remplacement: – Bois dur produit dans des conditions écologiquement viables (renforts de berges, clôtures, barrières); – Matières plastiques (en horticulture); – Béton (traverses de voies ferrées); – Remplacement des constructions artificielles par des structures naturelles (renforts de berges, clôtures, etc.); – Utilisation de bois non traité Plusieurs autres techniques de préservation du bois ne comportant pas d'imprégnation à l'aide de produits à base de HAP sont à l'étude. Autres problèmes écologiques à étudier: – Disponibilité de bois produit dans des conditions satisfaisantes; – Emissions dues à la production et à l'élimination de matières plastiques telles que le PVC.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3008 Annexe VI Délais d'application des valeurs limites et des meilleures techniques disponibles aux sources fixes nouvelles et aux sources fixes existantes Les délais d'application des valeurs limites et des meilleures techniques disponibles sont les suivants: a) Pour les sources fixes nouvelles: deux ans après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole; b) Pour les sources fixes existantes: huit ans après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole. Au besoin, ce délai pourra être prolongé pour des sources fixes particulières existantes conformément au délai d'amortissement prévu à cet égard par la législation nationale.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3009 Annexe VII Mesures recommandées pour réduire les émissions de polluants organiques persistants provenant de sources mobiles 1. Les définitions pertinentes sont fournies à l'annexe III du présent Protocole. I. Niveaux d'émission applicables aux véhicules neufs et aux paramètres du carburant A. Niveaux d'émission applicables aux véhicules neufs 2. Voitures particulières à moteur diesel Année Poids de référence Valeurs limites Masse des hydrocarbures et des NOx Masse des particules 1.1.2000 Tous 0,56 g/km 0,05 g/km 1.1.2005 (à titre indicatif) Tous 0,3 g/km 0,025 g/km 3. Véhicules lourds Année/cycle d'essai Valeurs limites Masse des hydrocarbures Masse des particules 1.1.2000/cycle CES 0,66 g/kWh 0,1 g/kWh 1.1.2000/cycle CET 0,85 g/kWh 0,16 g/kWh 4. Véhicules tout-terrain Phase 1 (référence: Règlement No 96 de la CEE)* Puissance nette (P) (kW) Masse des hydrocarbures Masse des particules $P \geq 130$ 1,3 g/kWh 0,54 g/kWh $75 \leq P < 130$ 1,3 g/kWh 0,70 g/kWh $37 \leq P < 75$ 1,3 g/kWh 0,85 g/kWh * „Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des moteurs à allumage par compression destinés aux tracteurs agricoles et forestiers en ce qui concerne les émissions de polluants provenant du moteur., Le Règlement est entré en vigueur le 15 décembre 1995 et son amendement le 5 mars 1997.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3010 Phase 2 Puissance nette (P) (kW) Masse des hydrocarbures Masse des particules $0 \leq P < 18$ 1,5 g/kWh 0,8 g/kWh $18 \leq P < 37$ 1,3 g/kWh 0,4 g/kWh $37 \leq P < 75$ 1,3 g/kWh 0,4 g/kWh $75 \leq P < 130$ 1,0 g/kWh 0,3 g/kWh $130 \leq P < 560$ 1,0 g/kWh 0,2 g/kWh B. Paramètres du carburant 5. Carburant diesel Paramètre Unité Limites Méthode d'essai Valeur minimale (2000/2005)* Valeur maximale (2000/2005)* Indice de cétane 51/N.S. – ISO 5165 Densité à 15 °C kg/m³ – 845/N.S. ISO 3675 Evaporation (95 %) °C – 360/N.S. ISO 3405 HAP masse % – 11/N.S. prIP 391 Soufre ppm – 350/50** ISO 14956 N.S.: Non spécifié. * Au 1er janvier de l'année. ** Valeur indicative. II. Restriction de l'utilisation des fixateurs et additifs halogènes dans les carburants et lubrifiants 6. Dans certains pays, on utilise le dibromo-1,2 méthane en combinaison avec le di-chloro-1,2 méthane comme fixateur dans l'essence au plomb. En outre, il se forme des PCDD/PCDF lors de la combustion dans le moteur. L'installation de convertisseurs catalytiques trifonctionnels sur les véhicules nécessite l'utilisation de carburant sans plomb. L'addition de fixateurs ou d'autres composés halogénés dans l'essence et les autres carburants ainsi que dans les lubrifiants devrait donc être évitée autant que possible. 7. Le tableau 1 récapitule les mesures possibles de réduction des émissions de PCDD/PCDF dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles routiers.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3011 Mesures possibles de réduction des émissions de PCDD/PCDF dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles routiers Tableau 1 Mesures Inconvénients/observations Exclure l'utilisation dans les combustibles de composés halogénés tels que – Le dichloro-1,2 méthane – Le dichloro-1,2 méthane et les composés bromés correspondants en tant que fixateurs dans les carburants au plomb pour les moteurs à essence. (Les composés bromés peuvent entraîner la formation de dioxines ou de furanes bromés.) Eliminer les additifs halogénés dans les carburants et les lubrifiants. Les fixateurs halogénés disparaîtront avec la réduction progressive du marché de l'essence au plomb, les moteurs à essence étant de plus en plus équipés de convertisseurs catalytiques trifonctionnels. III. Mesures de réduction des émissions de POP provenant de sources

mobiles A. Emissions de POP des véhicules automobiles 8. Il s'agit principalement de HAP fixés sur des particules, émis par les véhicules diesel. Les véhicules à essence rejettent eux aussi des HAP, mais dans une moindre mesure. 9. Les lubrifiants et les carburants peuvent contenir des composés halogénés sous forme d'additifs ou du fait du processus de production. Ces composés peuvent être transformés en PCDD/PCDF lors de la combustion, puis rejetés avec les gaz d'échappement. B. Inspection et entretien 10. Dans le cas des sources mobiles à moteur diesel, l'efficacité des mesures de lutte contre les émissions de HAP peut être assurée au moyen de programmes de contrôle périodique des émissions de particules ou de mesure de l'opacité à l'accélération au point mort, ou par des méthodes équivalentes. 11. Dans le cas des sources mobiles à moteur à essence, l'efficacité des mesures de lutte contre les émissions de HAP (outre les rejets d'autres composants dans les gaz d'échappement) peut être assurée au moyen de programmes de contrôle périodique du système d'alimentation et du fonctionnement du convertisseur catalytique.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3012 C. Techniques de lutte contre les émissions de HAP des véhicules automobiles à moteur diesel ou à moteur à essence 1. Aspects généraux 12. Il est important de veiller à ce que les véhicules soient conçus de façon à répondre aux normes d'émission pendant qu'ils sont en circulation, ce qui est obtenu par les moyens suivants: contrôle de la conformité de la production, de la durabilité de l'équipement pendant toute la vie du véhicule, garantie s'appliquant aux dispositifs antiémissions, et rappel des véhicules défectueux. Le maintien de l'efficacité des dispositifs antiémissions des véhicules en circulation peut être assuré par un programme efficace d'inspection et d'entretien. 2. Mesures techniques de lutte contre les émissions 13. Les mesures de lutte contre les émissions de HAP ci-après sont importantes: a) Spécifications de la qualité des carburants et modification des moteurs de façon à empêcher la formation d'émissions (mesures primaires); b) Montage de dispositifs de traitement des gaz d'échappement, par exemple catalyseurs à oxydation simple ou filtres à particules (mesure secondaire). a) Moteurs diesel 14. Une modification de la composition du carburant diesel peut être doublement avantageuse: une plus faible teneur en soufre réduit les émissions de particules et accroît l'efficacité des catalyseurs à oxydation simple, et la réduction des composés di- et tri-aromatiques entraîne une réduction de la formation et de l'émission de HAP. 15. Pour réduire les émissions, une mesure primaire consiste à modifier le moteur de façon à obtenir une combustion plus complète. De nombreuses solutions sont appliquées actuellement. De façon générale, la composition des gaz d'échappement change selon la conception de la chambre de combustion et la pression d'injection. Sur la plupart des moteurs diesel, la régulation se fait actuellement par des moyens mécaniques, mais les nouveaux moteurs sont de plus en plus souvent équipés de systèmes de régulation électronique informatisée offrant de meilleures possibilités pour lutter contre les émissions. L'utilisation combinée de la turbocompression et du refroidissement intermédiaire des gaz d'échappement est une autre solution, qui permet de réduire les émissions de NOx, d'économiser du carburant et d'accroître la puissance du moteur. Aussi bien pour les grosses que les petites cylindrées, le réglage par accord du collecteur d'admission offre également des possibilités intéressantes. 16. Des mesures s'appliquant au lubrifiant sont importantes pour réduire les émissions de matières particulaires (MP), dans la mesure où 10 à 50 % de ces dernières proviennent des huiles moteur. On peut réduire la consommation d'huile par une intervention au niveau des normes de fabrication des moteurs et une amélioration des joints. 17. Les mesures secondaires de lutte contre les émissions consistent à ajouter des dispositifs

de traitement des gaz d'échappement. L'utilisation d'un catalyseur à oxy-

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3013 dation simple, associé à un filtre à particules, a fait ses preuves contre les émissions de HAP des moteurs diesel, et un piège à particules à oxydation est à l'essai. Placé dans le circuit d'échappement, ce dispositif retient les particules; une régénération par brûlage des MP collectées est possible dans une certaine mesure, par un système de chauffage électrique. Pour une régénération efficace des pièges passifs en fonctionnement normal cependant, il faut soit utiliser un brûleur, soit recourir à des additifs. b) Moteurs à essence 18. La réduction des émissions de HAP par les moteurs à essence se fait essentiellement au moyen du convertisseur catalytique trifonctionnel qui réduit les émissions d'hydrocarbures de façon générale. 19. Une amélioration des caractéristiques de démarrage à froid permet de réduire les émissions de substances organiques en général, et de HAP en particulier (ex. de mesures: catalyseurs de démarrage, réchauffage des catalyseurs et amélioration de la vaporisation et de la pulvérisation du carburant). 20. Le tableau 2 récapitule les mesures possibles de réduction des émissions de HAP dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles routiers. Mesures possibles de réduction des émissions de HAP dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles routiers Tableau 2 Mesures Niveau des émissions (%) Inconvénients/observations Moteurs à essence: – convertisseur catalytique trifonctionnel, – catalyseur de démarrage à froid. Modification du carburant essence: – réduction des composés aromatiques, – réduction de la teneur en soufre. 10–20 5–15 Nécessite de l'essence sans plomb. Commercialisé dans certains pays. Existence d'une capacité de raffinage. Moteurs diesel: – catalyseur à oxydation simple, – piège à oxydation/filtre à particules. Modification du carburant diesel: – diminution de la teneur en soufre afin de réduire les émissions de particules. 20–70 Existence d'une capacité de raffinage. Amélioration de la conception des moteurs diesel: – système de régulation électronique, réglage du taux d'injection et injection haute pression, – turbocompression et refroidissement intermédiaire, – recyclage des gaz d'échappement. Ces techniques existent.

Pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relative aux polluants organiques persistants 3014 Annexe VIII Catégories de grandes sources fixes I. Introduction Les installations ou parties d'installations utilisées pour les activités de recherche-développement et pour la mise à l'essai de nouveaux produits ne sont pas comprises dans la présente liste. Une description plus détaillée des catégories est fournie à l'annexe V. II. Liste des catégories Catégorie Description de la catégorie 1 Incinération, y compris co-incinération, des déchets urbains, dangereux ou médicaux, ou des boues d'épuration 2 Ateliers d'agglomération 3 Production de cuivre de première et deuxième fusion 4 Production d'acier 5 Fonderies utilisées dans l'industrie de l'aluminium de deuxième fusion 6 Combustion de combustibles fossiles dans les chaudières de centrales électriques et de chauffage et dans les chaudières industrielles d'une puissance thermique supérieure à 50 MWth 7 Combustion dans les foyers domestiques 8 Installations de chauffage au bois d'une puissance thermique inférieure à 50 MWth 9 Production de coke 10 Production d'anodes 11 Production d'aluminium selon le procédé Soederberg 12 Installations de préservation du bois, sauf pour les Parties où cette catégorie de sources ne contribue pas de manière substantielle au volume total des émissions de HAP (tels qu'ils sont définis à l'annexe III)

Schweizerisches Bundesarchiv, Digitale Amtsdrukschriften Archives fédérales suisses, Publications officielles numérisées Archivio federale svizzero, Pubblicazioni ufficiali

digitali Protocole a la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, de 1979, relatif aux polluants organiques persistants In Bundesblatt Dans Feuille fédérale In Foglio federale Jahr 2000 Année Anno Band 1 Volume Volume Heft 23 Cahier Numero Geschäftsnummer --- Numéro d'affaire Numero dell'oggetto Datum 13.06.2000 Date Data Seite 2960-3014 Page Pagina Ref. No 10 124 592 Die elektronischen Daten der Schweizerischen Bundeskanzlei wurden durch das Schweizerische Bundesarchiv übernommen. Les données électroniques de la Chancellerie fédérale suisse ont été reprises par les Archives fédérales suisses. I dati elettronici della Cancelleria federale svizzera sono stati ripresi dall'Archivio federale svizzero.

Export aus OpenCaseLaw (CC0). Verbindlich ist allein der vom erlassenden Gericht veröffentlichte Originaltext. Quellen-URL siehe oben.