

DIRECTIVES SUR LES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES ET LES MEILLEURES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES

en liaison avec l'article 5 et l'annexe C de la
Convention de Stockholm sur les
polluants organiques persistants

Le chauffage lent de câbles en cuivre



Le contenu de cette publication peut être reproduit à des fins éducatives ou sans but lucratif, dans son intégralité ou en partie, quelque soit le format, sans autre permission spéciale, pourvu que la source soit parfaitement identifiée. Le Secrétariat de la Convention de Stockholm et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) souhaiteraient recevoir une copie de tout ouvrage utilisant cette publication comme référence. Cette publication ne peut faire l'objet de revente ou toute autre activité commerciale sans l'accord préalable et par écrit du PNUE.

Publiée par le Secrétariat de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants en octobre 2008. Pour de plus amples informations, veuillez vous adresser au:

Secrétariat de la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants
Programme des Nations Unies pour l'environnement
Maison internationale de l'environnement
11-13 chemin des Anémones
CH-1219, Châtelaine, Genève, Suisse
ssc@pops.int - www.pops.int

Mise en page et impression par: SRO-Kundig - Genève

**DIRECTIVES SUR LES
MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES ET LES
MEILLEURES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES**

**en liaison avec l'article 5 et l'annexe C de la
Convention de Stockholm sur les
polluants organiques persistants**

T A B L E D E S M A T I È R E S

SECTION I: INTRODUCTION

- I.A** OBJECTIF
- I.B** STRUCTURE DU DOCUMENT ET UTILISATION DES DIRECTIVES ET CONSEILS
- I.C** PRODUITS CHIMIQUES INSCRITS À L'ANNEXE C: DÉFINITIONS, RISQUES, TOXICITÉ
- I.D** ARTICLE 5 ET L'ANNEXE C DE LA CONVENTION DE STOCKHOLM
- I.E** LIEN AVEC LA CONVENTION DE BÂLE
- I.F** LIEN AVEC D'AUTRES PRÉOCCUPATIONS ENVIRONNEMENTALES

SECTION II: CONSIDÉRATIONS D'ALTERNATIVES DANS L'APPLICATION DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES

- II.A** CONSIDÉRATION D'ALTERNATIVES DANS LA CONVENTION DE STOCKHOLM
- II.B** LA CONVENTION DE STOCKHOLM ET LES SOURCES NOUVELLES
- II.C** UNE APPROCHE À LA CONSIDÉRATION D'ALTERNATIVES
- II.D** AUTRES CONSIDÉRATIONS DE LA CONVENTION DE STOCKHOLM

SECTION III: MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES ET MEILLEURES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES: DIRECTIVES, PRINCIPES ET CONSIDÉRATIONS CROISÉES

- III.A** DIRECTIVES
- III.B** PRINCIPES ET APPROCHES GÉNÉRAUX
- III.C** CONSIDÉRATIONS CROISÉES:
 - (i) PRODUITS CHIMIQUES DE L'ANNEXE C: MÉCANISMES DE FORMATION
 - (ii) CONSIDÉRATIONS SUR LA GESTION DES DÉCHETS
 - (iii) EFFETS BÉNÉFIQUES ADDITIONNELS DES MEILLEURES TECHNIQUES DISPONIBLES POUR LES PRODUITS CHIMIQUES INSCRITS À L'ANNEXE C
 - (iv) GESTION DES GAZ DE PROCÉDÉ ET D'AUTRES RÉSIDUS
 - (v) FORMATION DES DÉCIDEURS ET DU PERSONNEL TECHNIQUE
 - (vi) MESURES, SUMI ET PRÉSENTATIONS DES RAPPORTS

SECTION IV: COMPILATION DES RÉSUMÉS DES CATÉGORIES DES SOURCES INCLUSES DANS LES SECTIONS V ET VI

RÉSUMÉS DE LA SECTION V: CATÉGORIES DE SOURCES INCLUSES DANS LA PARTIE II DE L'ANNEXE C

RÉSUMÉS DE LA SECTION VI: CATÉGORIES DE SOURCES INCLUSES DANS LA PARTIE III DE L'ANNEXE C

SECTION V: DIRECTIVES/CONSEILS PAR CATÉGORIE DE SOURCES: CATÉGORIES DES SOURCES DANS LA PARTIE II DE L'ANNEXE C

- V.A** LES INCINÉRATEURS DE DÉCHETS
 - (i) DÉCHETS SOLIDES MUNICIPAUX, DÉCHETS DANGEREUX ET DE BOUES D'ÉPURATION
 - (ii) DÉCHET MÉDICAUX
- V.B** LE BRULAGE DE DÉCHETS DANGEREUX DANS LES FOURS À CIMENT
- V.C** LA PRODUCTION DE PÂTE À PAPIER UTILISANT LE CHLORE ÉLÉMENTAIRE, OU DES SUBSTANCES CHIMIQUES GÉNÉRANT DU CHLORE ÉLÉMENTAIRE
- V.D** LES PROCÉDÉS THERMIQUES DANS L'INDUSTRIE MÉTALLURGIQUE
 - (i) PRODUCTION DU CUIVRE SECONDAIRE
 - (ii) USINES DE FRITTAGE DANS L'INDUSTRIE DU FER ET DE L'ACIER
 - (iii) PRODUCTION D'ALUMINIUM SECONDAIRE
 - (iv) PRODUCTION DU ZINC SECONDAIRE

SECTION VI: DIRECTIVES/CONSEILS PAR CATÉGORIE DES SOURCES: CATÉGORIES DES SOURCES DANS LA PARTIE III DE L'ANNEXE C

- VI.A** LA COMBUSTION À CIEL OUVERT DE DÉCHETS, Y COMPRIS DANS LES DÉCHARGES
- VI.B** LES PROCÉDÉS THERMIQUES DANS L'INDUSTRIE MÉTALLURGIQUE AUTRES QUE CEUX MENTIONNÉS DANS L'ANNEXE C PARTIE II
 - (i) PRODUCTION DU PLOMB SECONDAIRE
 - (ii) PRODUCTION D'ALUMINIUM PRIMAIRE
 - (iii) PRODUCTION DE MAGNÉSIE
 - (iv) PRODUCTION D'ACIER SECONDAIRE
 - (v) PREMIÈRE FUSION DES MÉTAUX DE BASE

VI.C	LES SOURCES DE COMBUSTION RÉSIDENTIELLES
VI.D	LA COMBUSTION DE COMBUSTIBLES FOSSILES DANS DES CHAUDIÈRES DE CENTRALES ET LES CHAUDIÈRES INDUSTRIELLES
VI.E	LES INSTALLATIONS DE BRÛLAGE DE BOIS ET DE COMBUSTIBLES ISSUS DE LA BIOMASSE
VI.F	LES PROCÉDÉS SPÉCIFIQUES DE PRODUCTION DE SUBSTANCES CHIMIQUES ENTRAÎNANT DES REJETS DE SUBSTANCES INSCRITES À L'ANNEXE C
VI.G	LES FOURS CRÉMATOIRES
VI.H	LES VÉHICULES À MOTEUR, NOTAMMENT CEUX UTILISANT DE L'ESSENCE AU PLOMB
VI.I	LA DESTRUCTION DE CARCASSES D'ANIMAUX
VI.J	LA TEINTURE DE TEXTILES OU DU CUIR (AU CHLORANILE) ET LA FINITION (EXTRACTION ALCALINE)
VI.K	LES INSTALLATIONS DE BROYAGE DES ÉPAVES DE VÉHICULES
VI.L	LE CHAUFFAGE LENT DE CÂBLES EN CUIVRE
VI.M	LES RAFFINERIES D'HUILES USÉES

Section VI.L

Directives/conseils par catégorie des sources:
Catégories des sources dans la Partie III de l'Annexe C

Partie III Catégorie de source (I): Le chauffage lent de câbles en cuivre

T A B L E D E S M A T I È R E S

VI.L Le chauffage lent de câbles en cuivre	9
1. Description du procédé	9
2. Sources de produits chimiques inscrits à l'Annexe C de la Convention de Stockholm	10
2.1 Information générale sur les émissions du brûlage lent des câbles en cuivre	10
2.2 Emissions des PCDD/PCDF dans l'air.....	10
3. Procédés alternatifs pour le brûlage lent de câbles en cuivre	11
3.1 Hachage des câbles.....	11
3.2 Dénuder les câbles	12
3.3 Incinération haute température.....	13
4. Résumé des mesures	14
Références	15
Tableaux	
Tableau 1. Mesures pour de nouvelles installation de récupération du cuivre des câbles	14

■ Résumé

On récupère souvent les déchets de cuivre en chauffant à l'air libre des câbles et des fils pour enlever les revêtements plastiques. Il est probable que des produits chimiques, inscrits à l'Annexe C de la Convention de Stockholm, soient formés à partir des plastiques et des traces d'huiles, le cuivre agissant en tant que catalyseur aux températures de brûlage entre 250° et 500°C.

Parmi les meilleures techniques disponibles applicables, on peut citer: le déchiquetage mécanique, l'arrachage des revêtements, ou l'incinération haute température >850°C. Une approche possible est de fixer un prix intéressant pour les câbles et fils non traités, pour encourager l'envoi direct des déchets en tant que matière première aux fondeurs de cuivre qui utilisent les meilleures techniques disponibles pour leur traitement.

Les niveaux de performance associés aux meilleures techniques disponibles ne sont pas applicables, car le procédé de chauffage lent n'est ni une meilleure technique disponible, ni une meilleure pratique environnementale et ne devrait pas être pratiqué.

1. Description du procédé

Le procédé de chauffage lent (*smouldering* en anglais) de câbles de cuivre implique le brûlage à l'air libre des revêtements en plastique provenant de câbles et de fils électriques afin d'en récupérer le cuivre. Ce procédé nécessite beaucoup de main d'œuvre et est exploité par des particuliers ou dans de petites installations sans prise de précautions pour traiter les émissions de gaz. Le brûlage est effectué dans des fûts à combustion ou sur le sol à l'air libre. Aucune mesure n'est prise pour contrôler la température ou pour apporter plus d'oxygène afin d'assurer une combustion complète des matières plastiques.

Cette technique de brûlage devient assez courante dans les pays en développement à cause du recyclage d'ordinateurs avec des méthodes manuelles. Cependant le procédé ne se limite pas aux pays en développement et doit être considéré sur un plan mondial. Plusieurs pays en développement et développés ont introduit de la législation pour interdire le brûlage à l'air libre mais la pratique continue.

Dans les directives techniques concernant l'identification et la gestion de manière écologiquement rationnelle de déchets plastiques et leur élimination (la Convention de Bâle traitant du Contrôle de Mouvements Transfrontières de Déchets Dangereux et leur Elimination), il est dit: «le brûlage à l'air libre ne représente une solution acceptable sur le plan environnemental pour aucun type de déchet» (UNEP 2002, p. 43). En plus, la Décision VII/19 de la septième réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Bâle (Octobre 2004) a amendé les Annexes VIII et IX de la Convention pour y inclure de nouvelles entrées au sujet du brûlage non contrôlé de déchets de câbles revêtus de plastique. La loi sur l'air propre au Royaume Uni dit: «Une personne qui brûle l'isolation

provenant de câbles en vue de la récupération du métal du câble sera coupable d'un délit... (et) s'exposera à une amende si trouvée coupable d'un flagrant délit...» (Government of the United Kingdom 1993).

2. Sources de produits chimiques inscrits à l'Annexe C de la Convention de Stockholm

Les dibenzo-*p*-dioxines polychlorés (PCDD) et les dibenzofuranes polychlorés (PCDF) peuvent être formés avec des traces d'huile, et en présence de chlore venant de matières plastiques dans la matière première. Comme c'est le cuivre qui semble être le métal le plus efficace pour catalyser la formation des PCDD/PCDF, le brûlage de câbles pourrait représenter une source critique d'émissions de PCDD/PCDF.

2.1 Information générale sur les émissions provenant du brûlage lent des câbles en cuivre

Le brûlage lent de câbles libère divers contaminants en plus des PCDD/PCDF, par exemple le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO₂), les hydrocarbures aromatiques polycycliques, le chlorure d'hydrogène, les métaux lourds et des cendres. Il se produit une incinération incomplète à cause de la température faible (250° à 700°C) ce qui résulte en la formation d'hydrocarbures et des poussières. Des stabilisateurs au plomb, souvent présents dans les revêtements plastiques aux PVC, sont libérés pendant le brûlage. On brûle aussi des câbles de cuivre revêtus au plomb, ce qui libère encore du plomb. Les polluants sont libérés vers l'air, l'eau et le sol.

2.2 Emissions des PCDD/PCDF dans l'air

L'incinération incomplète de plastiques chlorés mène à la production de PCDD/PCDF. Les revêtements en plastique sur les câbles de cuivre sont principalement constitués de polychlorure de vinyle (PVC).

«Pendant la combustion, diverses espèces d'hydrocarbures à structure cyclique (appelées «précurseurs») sont formées en tant que produits intermédiaires de la réaction. Si du chlore est également présent, ces espèces peuvent réagir entre elles pour donner des PCDD/PCDF. Les précurseurs les plus souvent identifiés sont les chlorobenzènes, les chlorophénols, et les polychlorobiphényles. Il est possible que des PCDD/PCDF soient formés à la suite de la réaction de molécules organiques complexes avec le chlore. Plusieurs études ont identifié de fortes corrélations entre la teneur en chlore et les émissions de PCDD/PCDF pendant des tests de combustion» (EPA 1997, p. 3–8).

La destruction des PCDD/PCDF nécessite des températures au dessus de 850°C, en présence d'oxygène (European Commission 2001).

3. Procédés alternatifs pour le chauffage lent de câbles en cuivre

Afin d'éviter la formation PCDD/PCDF, il est fortement déconseillé de procéder au chauffage lent des câbles en cuivre. Des procédés alternatifs au brûlage à l'air libre sont présentés ci-dessous. Le matériau d'isolation, par exemple le PVC, peut aussi être récupéré par ces procédés.

3.1 Hachage de câbles

Le hachage des câbles permet de séparer les revêtements en plastique des câbles sans la génération de PCDD/PCDF, par des méthodes thermiques (UNEP 2001). Ce procédé permet de traiter des câbles de différents types et diamètres. Les produits récupérés sont des granules de cuivre et de PVC.

Le hachage de câbles comprend les étapes suivantes:

3.1.1 Tri préalable

Le tri préalable en fonction du type de câble est indispensable pour des opérations efficaces de hachage, permettant de tirer une valeur maximale des matériaux récupérés et facilitant la séparation des plastiques. Les critères de tri comprennent le type de métal (séparer les câbles en cuivre de ceux en aluminium), le diamètre du conducteur, la longueur du câble et le type d'isolation. Les câbles longs sont coupés en morceaux de moins d'un mètre, tandis que les câbles qui sont enroulés de manière compacte sont défaits en liasses plus lâches. Les câbles traités peuvent varier en diamètre, allant du très fin jusqu'à 8 cm. Il faudrait enlever auparavant les matières indésirables telles que les fils très fins ou les câbles au goudron.

«Dans le passé, on a rajouté des PCB dans le PVC pour les câbles destinés à des systèmes à haut voltage afin d'améliorer les propriétés d'isolation, et à faible voltage afin d'améliorer la résistance au feu. Il faudrait voir si de tels types de câbles sont présents avant de commencer le procédé de recyclage.» (UNEP 2001).

Selon des données sur les PCB venant de l'Allemagne, la plupart des échantillons testés avaient un niveau de contamination de 30 mg PCB/kg, avec certains atteignant des niveaux de plusieurs centaines de ppm, et d'autres seulement 100 ppm ou moins.

3.1.2 Hachage de câbles

Le hachage de câbles est appliqué pour réduire de longs câbles à des dimensions acceptables pour le granulateur. Ce procédé est facultatif dans les plus petites installations. On produit moins de poussières fines par rapport au déchiquetage des câbles.

3.1.3 Granulation

On procède à une granulation pour libérer les métaux de leur revêtement et de leur gaine en plastique. Une granulation plus fine est nécessaire pour assurer une séparation suffisante des métaux et des plastiques. Il restera cependant de petites quantités de métal piégé dans le plastique et celles-ci seront perdues comme déchet

3.1.4 Criblage

Le criblage peut être utilisé pour obtenir une bonne libération des métaux par une séparation en fonction de la dimension des particules. Les granules trop grandes peuvent être retraitées dans le granulateur. Les particules métalliques peuvent être récupérées du produit de tamisage à l'aide d'un aspirateur qui enlèvera les particules non métalliques plus légères. Il faudrait assurer une récupération des poussières et une filtration pendant le criblage.

3.1.5 Séparation par différence de densité

La récupération des métaux est dépendante de l'efficacité de la technique de séparation et du degré de libération des métaux des plastiques. On peut effectuer une séparation des métaux à l'aide de techniques utilisant les différences de densité, telles que des séparateurs à lit fluidisé. De meilleurs résultats seront obtenus avec des séparateurs électrostatiques à sec.

3.2 Dénuder les câbles

Le dénudage des câbles est un procédé moins cher pour la récupération de cuivre que le hachage mais le débit est plus faible. Il n'y a pas de risque de génération de PCDD/PCDF dans ce type de procédé. On préfère ce procédé dans les pays en développement à cause du coût plus faible. Il est préférable de procéder à un tri préalable des câbles en fonction du type de métal, le matériau d'isolation, et le diamètre et la longueur du conducteur (UNEP 2001, p. 44).

Malgré les débits plus faibles, il est possible de récupérer le cuivre complètement puisqu'il ne reste plus de métal dans l'isolation plastique. Une ségrégation soignée en fonction du type de matière isolante, permet de récupérer un déchet consistant en un seul type de polymère, ce qui rend plus facile le recyclage des deux fractions: métal et plastique.

Des machines pour dénuder les câbles ne peuvent traiter qu'un seul fil de câble à des vitesses pouvant atteindre 60 m/min ou 1100 kg/min avec des diamètres de câble allant de 1,6 mm à 150 mm.

3.3 Incinération haute température

L'incinération haute température ne devra être utilisée que pour le traitement de câbles qui ne peuvent pas être récupérés par hachage ou en les dénudant. Des matériaux tels que des fils fins et des câbles contenant des graisses et bitumes, sont brûlés dans des incinérateurs à atmosphère contrôlée pour assurer une combustion complète des plastiques. Il faut prévoir des systèmes efficaces de lavage des fumées. (UNEP 2001, p. 46).

Les effluents gazeux du four contiennent des polluants tels que des PCDD/PCDF, du CO₂, du dioxyde de soufre (SO₂), du HCl et HF, et des poussières. Puisque les PCDD/PCDF sont adsorbés sur des matières particulaires, il faudra recueillir les poussières à l'aide de méthodes efficaces telles que des filtres en tissu, et les recycler dans le four. Si l'incinération n'est pas efficace pour éliminer les PCDD/PCDF, il faudra prévoir l'utilisation de systèmes de post-combustion et de trempe après l'incinération. Le SO₂, le HCl et le HF devront être éliminés par un lavage humide alcalin.

La ferraille incinérée a moins de valeur du fait de l'oxydation qui se produit lors du traitement thermique. Il existe un fort potentiel de formation de PCDD/PCDF dans le cas d'un procédé d'incinération. On préférera hacher ou dénuder des câbles plutôt que de faire une incinération car ces deux procédés sont plus économiques et plus favorables sur le plan de l'environnement. Les câbles qui ne sont pas adaptés à ces deux types de traitement peuvent aussi être traités dans des fours de fusion de cuivre primaire ou secondaire.

4. Résumé des mesures

■ **Tableau 1. Mesures pour de nouvelles installations de récupération du cuivre des câbles**

Mesure	Description	Considérations	Autres commentaires
Procédés alternatifs	Divers de ces procédés recommandés devraient être considérés pour remplacer le brûlage à l'air libre	Des procédés à considérer incluent: <ul style="list-style-type: none">• Hachage des câbles• Enlèvement des revêtements des câbles• Incinération haute température pour des matériaux qui ne sont pas adaptés à être hachés ou dénudés	On considère que l'incinération est une meilleure technique disponible en association avec des systèmes de captage des gaz et de réduction de la pollution

On devra éviter d'utiliser le système de chauffage lent des câbles en cuivre, car cette approche mène à la formation de PCDD/PCDF. Le brûlage à l'air libre ne devra jamais être considéré comme un moyen acceptable pour l'élimination de déchets.

Plusieurs pays ont mis en place des directives et des réglementations interdisant le brûlage des câbles en cuivre, aux niveaux des fédérations, des états, des provinces, des territoires et des municipalités.

Des exemples de telles directives et législations sont: UNEP 2001, Government of the United Kingdom 1993, Government of Hong Kong 1996; Government of New Zealand 2004.

Une possibilité à étudier est la fixation de prix pour les déchets de câbles, supérieurs à la moyenne pour la vente de câbles et de fils non traités, dans le but d'encourager les détenteurs de ce type de déchet de les envoyer en tant que matière première dans les fours de fusion du cuivre utilisant les meilleures techniques disponibles.

Des limites de performance acceptables ne sont pas applicables car le brûlage lent des câbles n'est pas une des meilleures techniques disponibles ou des meilleures pratiques environnementales et ne devra pas être utilisé.

Références

EPA (United States Environmental Protection Agency). 1997. *Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Dioxins and Furans*. EPA-454/R-97-003. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, Office of Air and Radiation, Washington, D.C.

European Commission. 2001. *Reference Document on Best Available Techniques in the Non-Ferrous Metals Industries*. BAT Reference Document (BREF). European IPPC Bureau, Seville, Spain. eippcb.jrc.es.

Government of Hong Kong. 1996. *Air Pollution Control Ordinance (Open Burning) 1996*. Chapter 3110, Section 4. www.justice.gov.hk/home.htm.

Government of New Zealand. 2004. *Resource Management National Environmental Standards Relating to Certain Air Pollutants, Dioxins, and Other Toxics Regulations*. www.mfe.govt.nz/laws/standards/air-quality-standards.html

Government of the United Kingdom. 1993. *Clean Air Act 1993 (c. 11)*. Part IV, No. 33. www.hmso.gov.uk/acts/acts1993/Ukpga_19930011_en_5.htm#mdiv33.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2002. *Technical Guidelines for the Identification and Environmentally Sound Management of Plastic Wastes and for Their Disposal*. UNEP, Geneva. www.basel.int/meetings/cop/cop6/cop6_21e.pdf.

