

**Partie III Catégorie de source (k):  
Les installations de broyage des épaves de  
véhicules**

## Table des matières

### VI.K Les installation de broyage des épaves de véhicules

Résumé .....	3
1. Description du procédé.....	4
3. Composition des déchets de broyage.....	6
4. Concentrations des émissions d'unités de broyage.....	8
5. Mesures recommandées .....	9
6. Exigences techniques minimales pour le traitement .....	10
7. Mesures primaires .....	10
8. Mesures secondaires .....	10
Références .....	11
Autres sources.....	12

### Figures

Figure 1 Schéma général du procédé de broyage.....	4
Figure 2 Composition des déchets de broyage .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

### Tableaux

Tableau 1 Produits organiques dans les résidus de broyage, définis dans la référence originale comme "fraction de combustible" et "fractions de rebut".....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tableau 2 Emissions des dibenzo- <i>p</i> -dioxines et dibenzofuranes dans les unités de broyage allemandes (LUA 1997).....	8
Tableau 3 Données mesurées pour les concentrations des émissions dans les unités de broyage.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## VI.K Les installations de broyage des épaves de véhicules

### Résumé

Les installations de broyage des épaves de véhicules sont citées dans l'Annexe C de la Convention de Stockholm comme étant une source susceptible de former et rejeter des produits chimiques inscrits à l'Annexe C. Les broyeurs sont de grandes machines équipées à l'intérieur d'un ou plusieurs enclumes ou broyeurs, et revêtues de plaques en alliage d'acier résistant à l'usure. Un moteur électrique fait fonctionner le rotor équipé de plusieurs marteaux en alliage d'acier se balançant librement. Sous le broyeur se trouve un bac vibrant qui reçoit les matériaux broyés à travers une grille. Ce système produit normalement un courant de métaux ferreux, assez pur et formé de petits morceaux (50 mm) d'acier ainsi que de la bourre (« *fluff* » en anglais) qui contient les fragments de métaux non-ferreux et autres matériaux qui sont entrés dans le déchiqueteur (aussi appelé « fragmenteur »).

Il n'existe que très peu de données sur les émissions gazeuses des installations de broyage. Cependant les résultats de quelques études indiquent des niveaux supérieurs à 0,1 ng I-TEQ/m<sup>3</sup> pour des composés à base de dioxines. Il n'existe pas actuellement suffisamment de données pour montrer qu'il se forme des dibenzo-*p*-dioxines polychlorés (PCDD), des dibenzofuranes polychlorés (PCDF) ou des polychlorobiphényles (PCB) pendant le broyage (mécanique) de véhicules, d'équipement électrique ménager, ou d'autres équipements électriques. Les indications sont que les PCDD/PCDF et PCB rejetés du broyeur proviennent d'une production industrielle intentionnelle, et ont été introduits avec les huiles, les fluides diélectriques et d'autres matériaux se trouvant dans ces véhicules ou dans des produits de grande consommation, et qui sont libérés pendant le processus mécanique.

De toute manière, il faudrait que des mesures soient prises sur le site de broyage pour éviter des incendies accidentels qui pourraient mener à la production de substances chimiques inscrites à l'Annexe C. La bourre légère du broyage est composée de films plastiques inflammables et de poussières fibreuses, ce qui nécessite que des précautions soient prises pendant le fonctionnement de l'équipement pour éviter des incendies accidentels. Des systèmes pour l'élimination de poussières (par ex. déchiquetage humide) ou pour leur récupération (par ex. cyclones, laveurs venturi ou filtres à manche) sont normalement installés dans les unités de broyage traitant des épaves de véhicules. Des systèmes d'élimination ou de collecte de poussières contribueraient à réduire la possibilité de rejet de polluants organiques persistants. Afin d'améliorer le contrôle des émissions de poussières, les résidus de poussière secs devront être stockés de telle manière que leur propagation soit limitée. D'autres sources de précurseurs de dioxines qui pourraient mener à la formation de PCDD/PCDF lorsque les produits sont brûlés comprennent les condensateurs aux PCB, des huiles usagées ou textiles contaminés aux PCB ou au chlorobenzène, et des polymères contenant des retardateurs de flamme bromés (formation de dibenzo-*p*-dioxines polybromés (PBDD) et de dibenzofuranes polybromés (PBDF) comme contaminants).

### Préambule

Les installations de broyage des épaves de véhicules sont citées dans l'Annexe C de la Convention comme étant une source pouvant mener à la formation et au rejet de polluants organiques persistants non-intentionnels. Actuellement, cependant, il n'y a pas suffisamment de données pour montrer que pendant ce procédé mécanique il y ait

formation de dibenzo-*p*-dioxines et de dibenzofuranes, ou de polychlorobiphényles. Les données disponibles montrent que les dibenzo-*p*-dioxines et les dibenzofuranes, ainsi que les polychlorobiphényles rejetés des installations de broyage, proviennent de la fabrication industrielle et intentionnelle de polychlorobiphényles et ont été introduits avec les huiles et fluides diélectriques, etc. qui sont présents dans les véhicules, ou plus probablement dans des produits de grande consommation. Le broyeur ne fait que libérer ces contaminants.

## 1. Description du procédé

Les épaves de véhicules sont traitées par des broyeurs. La pratique est de les broyer en même temps que d'autres produits métalliques en fin de vie (comme par exemple des bicyclettes, du mobilier de bureau, des automates de vente et les produits dits « blancs », tels que des équipements ménagers). Dans ces unités, un broyeur à marteau haute performance produit des morceaux de taille calibrée de déchets métalliques ferreux de haute pureté physique et chimique. Les déchets ferreux sont recherchés par les fabricants d'acier et d'autres métaux secondaires. Un schéma général du procédé est donné dans la Figure 1.

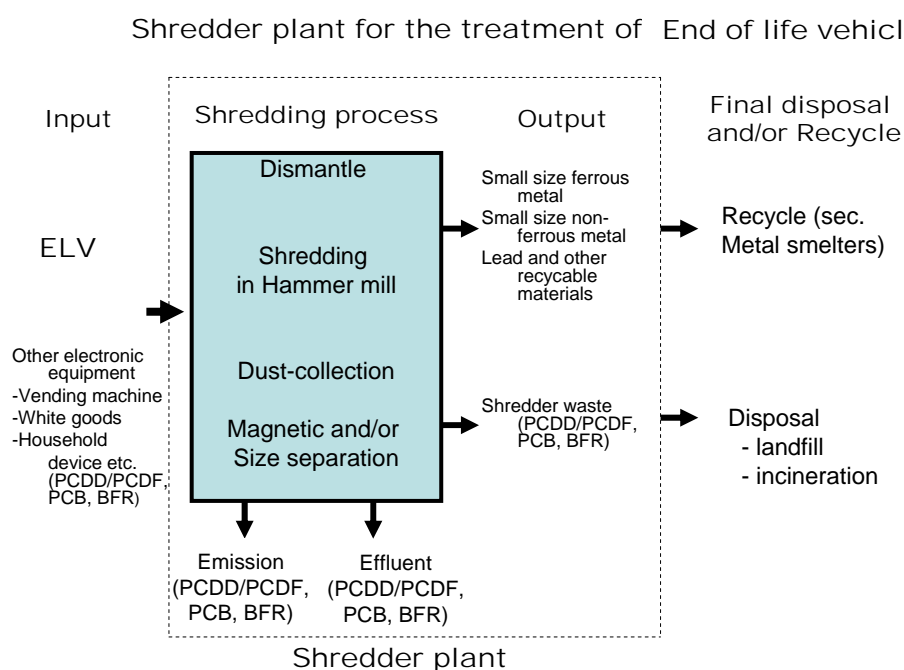


Figure 1. Schéma générale du procédé de broyage

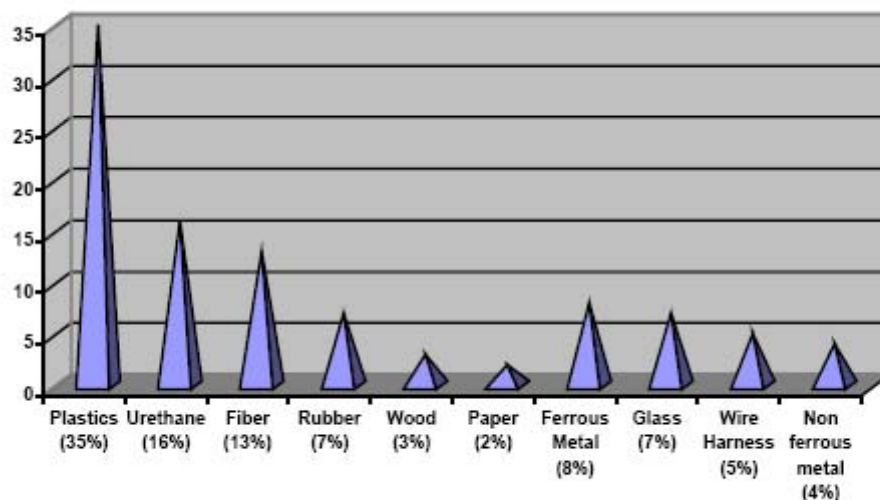
**Translation**

Installation de broyage pour le traitement d'épaves de véhicules

<b>Entrée</b>	<b>Procédé de broyage</b>	<b>Sortie</b>	<b>Elimination et/ou recyclage final</b>
<b>épaves de véhicules</b>	Démontage	Petit morceaux de métaux ferreux	
	Broyage par broyeur à marteau	Petit morceaux de métaux non-ferreux, plomb et autres matériaux recyclables	Recyclage (fonderies de métaux secondaires)
Autres équipements électroniques : - automates de vente - produits blancs - articles ménagers etc. (PCDD/PCDF, PCB, BFR)	Collecteur de poussière ou par taille Séparation magnétique et/ou séparation	Déchets de broyage (PCDD/PCDF, PCB, BFR)	Elimination : - décharge - incinération
	Emission (PCDD/PCDF, PCB, BFR)	Effluent (PCDD/PCDF, PCB, BFR)	

**Installation de broyage**

Plusieurs composants de véhicules et autres dispositifs électriques sont fabriqués à partir de métaux non-ferreux tels que le cuivre, l'aluminium et le zinc. Pendant le procédé de broyage, on utilise une séparation magnétique pour retirer la fraction magnétique ferreuse des autres matériaux. Les métaux non-ferreux tels que le cuivre et l'aluminium sont normalement triés dans une étape ultérieure. Ce qui reste, appelé des déchets de broyage, est estimé représenter entre 25% et 35% du poids des épaves de véhicules (Environment Australia, Department of the Environment and Heritage, 2002). Ces déchets de broyage sont composés de verre, fibres, caoutchouc, liquide d'automobile, plastiques et diverses impuretés. La Figure 2 illustre la composition des déchets de broyage.

**Figure 2: Composition des déchets de broyage**

■

Plastiques, uréthanes, fibres, caoutchouc, bois, papier, métaux ferreux, verre, harnais de câbles, métaux non-ferreux)

(Source: Environment Australia, Department of the Environment and Heritage (2002))

### 3. Composition des déchets de broyage

La composition de la bourre de broyage variera considérablement d'un lot à un autre, et d'un broyeur à un autre – à cause des différences dans les matériaux traités, et des différents niveaux de prétraitement et inspection par les inspecteurs du broyage. Il faut noter que la bourre variera de manière significative entre broyeurs à cause d'exigences différentes entre les réglementations pour obtenir une autorisation, selon les communes et régions, et les changements dans le temps de ces conditions.

Une investigation faite en Suède (Borjeson, L.; Löfvenius, G.; Hjelt, M.; Johansson, S.; Marklund, S., 2000) indique que les niveaux de PCDD/PCDF par gramme, dans des échantillons secs de bourre de broyage, étaient faibles pour toutes les fractions (Tableau 1). Ceci est conforme aux attentes que les niveaux de dioxines et de furanes devraient être généralement très faibles, parce que les dibenzo-*p*-dioxines et dibenzofuranes ne sont ni utilisés ni volontairement ajoutés, dans un produit technique pour une raison quelconque.

Contrairement aux niveaux trouvés pour les dibenzo-*p*-dioxines et dibenzofuranes, les niveaux pour polychlorobiphényles étaient élevés, en particulier dans les fractions provenant de déchets industriels ou de produits blancs. La présence de polychlorobiphényles dans les produits blancs contribue dans le procédé de déchiquetage mais n'est pas le résultat d'une formation non-intentionnelle pendant le procédé de broyage. Il est donc nécessaire de connaître et identifier, avant le passage dans le broyeur, quels composants d'un dispositif électrique pourraient contenir ces composés, et de procéder à un démontage de ces pièces avant l'opération de broyage.

**Tableau 1 Produits organiques dans les résidus de broyage, définis dans la référence originale comme “fractions de combustible” and “fractions de rebut »**

Organics	PCDD/F I-TEQ ng g <sup>-1</sup> Fuel fr	PCDD/F I-TEQ ng g <sup>-1</sup> Disposal fr	PCB µg g <sup>-1</sup> Fuel fr	PCB µg g <sup>-1</sup> Disposal fr	PCBz µg g <sup>-1</sup> Fuel fr	PCBz µg g <sup>-1</sup> Disposal fr
P1 half dism.	< 0.6	–	6.7	–	2.2	–
P1 full dism.	< 0.20	–	6.1	–	0.4	–
P1 mixed cars	< 0.03	0.04	1.1	41	0.7	0.4
P1 mixed waste	< 0.2	0.03	12	77	0.8	0.3
P1 white goods	< 0.15	0.04	34	114	0.9	0.4
P1 industrial waste	< 0.3	0.04	24	62	0.3	0.2
P2 half dism.	< 0.2	–	2.1	–	1.9	–
P2 half dism.	< 0.11	–	0.5	–	1.5	–
P2 full dism.	< 0.6	–	0.6	–	0.4	–
P2 mixed cars	< 0.3	0.06	1.5	14	1.5	0.3
P2 mixed waste	< 0.2	0.15	39	217	1.9	0.4
P2 white goods	< 0.16	0.11	102	254	0.7	0.5
P2 industrial waste	< 0.12	0.14	25	295	0.4	0.15

(Source. Börjesson, L; Löfvenius, G; Hjelt, M.; Johansson, S.; Marklund, S. 2000)

### **Traduction :**

Organiques                      fuel = carburant ; disposal = élimination ;

P1 : Démonté à moitié, démonté complètement, voitures mixtes, déchets mixtes, produits blancs, déchets industriels ;

P2 : Démonté à moitié (*twice, then as before*)

Des études ont confirmé que les résidus de broyage d'épaves de voitures contiennent des PCB dans la gamme de quelques ppm (=mg/kg) (Urano *et al.* 1999, Sakai *et al.* 1998, 2000). Il n'a pas été possible de détecter de contamination par les dibenzo-*p*-dioxines et dibenzofuranes, dans des huiles provenant des épaves de véhicules. En tenant compte des profils des congénères, on peut penser que la raison principale pour ceci est que des matériaux contenant des polychlorobiphényles ont été introduits dans le passé pendant des procédés de recyclage ou de récupération. Bien que l'on n'ait pas étudié les émissions de polluants organiques persistants provenant de broyeurs dans ces travaux, vu les teneurs très faibles de PCB (de quelques ppm) dans les résidus de broyeurs, il faudrait prendre en considération les émissions potentielles de polluants organiques persistants dans les gaz de cheminée. Ce rejet de polychlorobiphényle a son origine dans le mélange commercial de polychlorobiphényle utilisé dans les automobiles. Ces PCB ne sont pas des polluants organiques persistants générés de manière non-intentionnelle, et ne sont donc pas à inclure, strictement parlant, dans l'inventaire des rejets de PCB prévu par l'Article 5 de la Convention de Stockholm. Cependant comme il n'existe pas de moyen pour faire la différence entre les polychlorobiphényles intentionnels et non intentionnels dans les déchets de broyeurs, les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales devront être appliquées afin de minimiser ou éliminer tout rejet de polychlorobiphényles du procédé de broyage.

Du cuivre et du chlore sont présents en quantités significatives dans les déchets de broyeurs, et peuvent mener à la formation de dibenzo-*p*-dioxines et de dibenzofuranes en cas de combustion, et aussi mener au rejet non intentionnel d'autres polluants organiques persistants.

#### 4. Concentrations des émissions des installations de broyage

Un rapport au sujet d'un inventaire européen des dioxines a indiqué que des données mesurées existent pour les dibenzo-*p*-dioxines et les dibenzofuranes dans le cas de quelques installations de broyage. En général, on a trouvé des teneurs très faibles (< 0,01 ng I-TEQ/m<sup>3</sup>) dans une unité étudiée en Sachsen-Anhalt (Germany). Les données disponibles sont résumées dans le tableau 2 ci-dessous, indiquant les émissions et les facteurs d'émission vers l'air.

**Tableau 2 Emissions des dibenzo-*p*-dioxines et des dibenzofuranes dans des installations de broyage allemandes**

	Minimum	Maximum	Moyenne géométrique	Moyenne arithmétique
Teneur dans les émissions (ng I-TEQ/m <sup>3</sup> )	0,002	0,430	0,056	0,140
Facteur d'émission (µg I-TEQ/t)	0,059	0,667	0,236	0,303

Source : LUA 1997

Une autre investigation venant de la Belgique (François, F., Blondeel, M., Bernaert, P., Baert, R., 2004) a étudié des sources spécifiques potentiellement susceptibles de rejeter de manière non-intentionnelle des PCB et des PCDD/PCDF ; il s'agissait d'une installation de broyage produisant diverses fractions réutilisables à partir d'épaves de véhicules, et des déchets provenant d'équipement électrique et électronique. Un résumé de quelques mesures faites sur les dibenzo-*p*-dioxines et les dibenzofuranes, et aussi des polychlorobiphényles rejetés dans des gaz de cheminée est présenté au Tableau 3. Les broyeurs sont équipés d'au moins un système cyclonique de filtrage pour l'élimination de poussières dans les gaz de cheminée. Les vitesses d'écoulement des gaz sont typiquement d'environ 75'000 Nm<sup>3</sup>/h. Toutes les concentrations de dibenzo-*p*-dioxines et de dibenzofuranes, sauf une, étaient inférieures à 0,1 ng TEQ/Nm<sup>3</sup>.





En démontant et en recyclant les grandes pièces en plastique, par exemple des pare-chocs, on peut réduire de manière significative la fraction de plastiques résiduels dans les épaves de véhicules, et dans les déchets du broyeur qui en résultent.

Avec un traitement supplémentaire des déchets de broyage, par exemple par une séparation avec des courants de Foucault, une partie considérable des métaux contenus dans les déchets, comme le cuivre et l'aluminium, peut être récupérée.

Afin d'arriver à une plus grande proportion de fractions recyclables, il faudrait encourager l'utilisation de matériaux recyclables, et aussi l'adoption de pièces faciles à démonter, déjà au niveau de la conception des produits. Cette remarque n'est pas uniquement valable pour épaves de véhicules.

## **6. Exigences techniques minimales pour le traitement**

Les sites doivent être construits pour éviter une contamination des terres, de l'eau et de l'air. Pour cette raison, il faut prévoir des installations adéquates de stockage, comprenant des surfaces imperméables équipées de dispositifs pour la récupération des fuites et déversements, des décanteurs et nettoyeurs dégraisseurs, ainsi que des équipements pour le stockage et le traitement des eaux, y compris les eaux pluviales. En plus, il est nécessaire de disposer de lieux de stockage appropriés pour les pièces de rechange qui ont été démontées, avec aussi un stockage imperméable pour les pièces contaminées à l'huile, et des conteneurs appropriés pour le stockage des batteries (avec une neutralisation de l'électrolyte sur place ou ailleurs), des filtres et des condensateurs contenant des PCB/PCT ; finalement des réservoirs de stockage appropriés pour les fluides sont indispensables.

## **7. Mesures primaires**

Il faut en général enlever tous les fluides des épaves de véhicules, ou d'autres dispositifs, avant le broyage: fluides à freins, essence, fluides pour la direction, huiles de moteur, liquides de refroidissement, et liquides pour transmission. Ceci est particulièrement important dans le cas des PCB qui devront être identifiés et enlevés de toute pièce destinée à être broyer. Une attention particulière devra être portée aux transformateurs et condensateurs. Les mesures doivent comprendre:

- L'enlèvement des batteries et des réservoirs à gaz liquéfié ;
- L'enlèvement ou la neutralisation de composants potentiellement explosifs (par ex., les air-bags);
- L'enlèvement, et la collecte et stockage séparés des carburants, des huiles de moteur, et des huiles dans d'autres pièces du véhicule;
- L'enlèvement des catalyseurs;
- L'enlèvement des pneus et de grands morceaux de plastique (tels que les pare-chocs, tableaux de bord, récipients pour fluides, etc.), si ces matériaux ne sont pas séparés pendant le procédé de déchiquetage, de telle manière qu'on puisse les recycler effectivement en tant que matériaux.

## **8. Mesures secondaires**

Les mesures, pour éviter le rejet de polluants organiques persistants dans les installations de broyage, comprennent:

- Un traitement poussé des gaz de cheminée (avec filtres à manche et filtres au charbon actif pour éliminer à la fois les émissions gazeuses et particulaires);

- Une destruction appropriée des résidus et des déchets liquides provenant du broyage contenant un mélange de matières organiques, des métaux lourds comme le cuivre, et, dans beaucoup de cas, des polychlorobiphényles et autres substances chlorées. En traitant ces déchets de manière inappropriée on provoquera des émissions non-intentionnelles de polluants organiques persistants. Ceci est particulièrement vrai dans le cas d'une combustion à l'air libre. Il ne faut jamais brûler des déchets provenant de broyeurs dans un feu ouvert ou dans des installations non-adaptées.
- Le traitement approprié pour les déchets de broyeurs est l'incinération dans une installation répondant aux exigences des meilleures techniques disponibles et des meilleures pratiques environnementales. Si une telle installation n'est pas disponible, l'élimination dans une décharge sanitaire pourrait être préférée à d'autres formes d'élimination.

## Références

- Basel Convention Secretariat. 2002. *Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of the Full and Partial Dismantling of Ships*. Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, United Nations Environment Programme. Geneva.
- Börjeson, L.; Löfvenius, G.; Hjelt, M.; Johansson, S.; Marklund, S. 2000. "Characterization of automotive shredder residues from two shredding facilities with different refining processes in Sweden", *Waste Manage Res.* (2000) 18 p.358±366
- European Commission. 2000. Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on end-of life vehicles. Official Journal of the European Communities, L 269/34-269/42 EN, 21.10.2000
- Environment Australia, Department of the Environment and Heritage .2002. "Environmental Impact of End-of-Life Vehicles: An Information Paper"
- François F., M. Blondeel, P. Bernaert, and R. Baert .2004. Diffuse Emissions of PCDD/F and Dioxin-like PCB from Industrial Sources in the Flemish Region. *Organohalogen Compd.* 66, 906-912
- Fahrni, H.-P., 2005. Präsentation - Seminar der Abteilung Abfall "Situation RESH" 2005, BUWAL, Switzerland,
- Fiedler, H.; Sakai, S. 2004. Shredder Plants for Treatment of end-of-life-vehicles. Information document prepared for the third Session of the Expert Group on BAT/BEP. [www.pops.int](http://www.pops.int)
- LUA .1997. Identification of Relevant Industrial Sources of Dioxins und furans in Europe. Materialien No. 43. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen, Germany
- Sakai S., S. Urano, and H. Takatsuki .2000. Leaching behavior of PCB and PCDDs/DFs from some waste materials. *Waste Management* 20, 241-247
- Sakai S., S. Urano, and H. Takatsuki .1998. Leaching Behavior of Persistent Organic Pollutants (POPs) in Shredder Residues. *Chemosphere* 37, 2047-2054
- Towa Kagaku Co. 2001. Research report on current status of recycling plaza
- Urano S., S. Sakai, and H. Takatsuki .1999. *PCB in Automobile Shredder Residue and its origin*. 8<sup>th</sup> Symposium on Environmental Chemistry Program and Abstracts, pp 50-51 (in Japanese)

**Autres sources**

Nourreddine, M. 2006. “*Recycling of auto shredder residue*” Journal of Hazardous Materials