



**Programme des
Nations Unies
pour l'environnement**



Distr.
GENERALE

UNEP/CHW.6/21
23 août 2002

FRANÇAIS
Original: ANGLAIS

CONFERENCE DES PARTIES A LA CONVENTION DE BALE
SUR LE CONTROLE DES MOUVEMENTS TRANSFRONTIERES
DE DECHETS DANGEREUX ET DE LEUR ELIMINATION

Sixième réunion

Genève, 9-13 décembre 2002

Point 6 e) ii) de l'ordre du jour provisoire*

EXAMEN DE LA MISE EN OEUVRE DE LA CONVENTION DE BALE

QUESTIONS TECHNIQUES : ELABORATION DE DIRECTIVES TECHNIQUES

Directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle
des déchets plastiques et leur élimination

Note du secrétariat

I. HISTORIQUE

1. Dans sa décision V/26 sur le programme de travail du Groupe de travail technique, la Conférence des Parties à la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination a adopté, à sa cinquième réunion, un programme de travail, qui prévoyait, entre autres, la finalisation des directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination.

II. SUITE DONNEE

2. A la seizième session du Groupe de travail technique, tenue en avril 2000, les experts avaient exprimé des vues divergentes quant à la structure du projet de directives et à l'inclusion des déchets de PVC et d'autres déchets halogénés dans un chapitre distinct. Il a donc été décidé que le secrétariat établirait une version révisée, tenant compte des commentaires écrits supplémentaires.

* UNEP/CHW.6/1.

3. A sa dix-septième session, en octobre 2000, le Groupe de travail technique a demandé au secrétariat de réviser le projet de directives techniques, en tirant parti des travaux réalisés dans d'autres enceintes, notamment le Livre vert de la Commission européenne et les études correspondantes. D'autres experts ont fait part de leur préoccupation concernant la référence aux PVC dans les directives ainsi que certains aspects liés à la gestion de ces déchets. Durant la dix-huitième session du Groupe de travail technique, en juin 2001, plusieurs délégations ont été d'avis que les directives techniques étaient prêtes à être adoptées et ont demandé que des commentaires spécifiques et techniques soient présentés pour améliorer encore le document.

4. Le Groupe de travail technique, à sa dix-neuvième session, en janvier 2002, a examiné le projet révisé de directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination, contenu dans l'annexe à la présente note, et l'a adopté. Les participants sont aussi convenus que le secrétariat devait finaliser le projet de directives techniques adopté par le Groupe de travail technique, afin de le transmettre à la Conférence des Parties à sa sixième réunion pour examen et adoption.

III. ACTION PROPOSEE

5. A sa sixième réunion, la Conférence des Parties pourrait envisager d'adopter une décision libellée comme suit :

La Conférence,

Se félicitant de l'adoption des directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination,

Notant avec appréciation les rôles joués par les Parties, les organisations non gouvernementales et l'industrie dans l'élaboration des directives techniques,

1. Adopte les directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination contenues dans le document UNEP/CHW.6/21;

2. Demande au secrétariat de les diffuser aux Parties, aux organisations non gouvernementales et à l'industrie dans toutes les langues des Nations Unies, selon que de besoin;

3. Invite les Parties, les organisations non gouvernementales et l'industrie à utiliser les directives techniques.

Annexe

**Directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle
des déchets plastiques et leur élimination**

Comprenant des :

Directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets de câbles gainés

TABLE DES MATIERES

I.	Directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination	
1.	Introduction.....	7
2.	Les principaux types de plastiques et leur composition.....	9
3.	Les sources des déchets plastiques	12
3.1	Déchets plastiques pré-utilisation	12
3.2	Déchets plastiques post-utilisation	14
4.	Manutention écologiquement rationnelle et sûre, compression, transport, stockage et expédition des déchets plastiques	15
4.1	Manutention écologiquement rationnelle et sûre.....	15
4.2	Compression	16
4.3	Transport	16
4.4	Stockage.....	16
4.5	Expédition en vue du recyclage.....	17
5.	Questions concernant l'hygiène et la sécurité	17
6.	Sécurité incendie	19
7.	Deuxième vie des matériaux plastiques	20
7.1	Collecte sélective des déchets de matières plastiques	20
7.2	Tri en vue du recyclage mécanique	22
7.3	Recyclage mécanique	24
7.4	Le recyclage des plastiques dans la pratique	24
7.5	Le recyclage matière.....	29
7.6	Principales entraves à la collecte et au recyclage des déchets plastiques	31
8.	Valorisation énergétique à partir des déchets plastiques	32
9.	Elimination finale des déchets plastiques	36
10.	Conclusions.	38
II	Directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets de câbles gaines.....	39
1.	Introduction.....	39
2.	Transfert de déchets de câbles entre les pays	39
3.	Sources des déchets	40
4.	Utilisation des plastiques dans la fabrication de câbles	40
5.	Structure du secteur du traitement des déchets.....	40
6.	Procédés de recyclage respectueux de l'environnement	41
6.1	Capacités	41
6.2	Description du processus de broyage des câbles	41
6.3	Dégainage des câbles	43
7.	Gestion écologiquement rationnelle de la partie plastique des déchets de câbles	44
7.1	Séparation mécanique des résidus.....	44
7.2	Traitement cryogénique	44
7.3	Traitement hydrogravimétrique.....	45

8.	Incinération.....	45
9.	Mise en décharge.....	46

Listes des Tableaux

1.	Polymères courants.....	9
2.	Additifs courants des plastiques.....	10
3.	Composants visés dans la Convention de Bâle (annexe 1)	11
4.	Dégradation de la résine/du polymère vierge à l'exposition aux ultraviolets solaires	17
5.	Comparaison de la collecte par apport volontaire et de la collecte en porte à porte	21
7.	Principaux obstacles à la collecte et au recyclage des déchets plastiques	31
8.	Vue d'ensemble des technologies de recyclage des déchets plastiques.....	32
9.	Pouvoir calorifique des déchets plastiques, des mélanges et des combustibles traditionnels	34
10.	Agent de neutralisation utilisé et résidus produits dans l'incinération de déchets de PVC ...	36
11.	Utilisation des plastiques pour l'isolation des produits câblés	39

Listes des Graphiques

1.	Approche intégrée de la gestion des déchets	7
2.	Séparation des plastiques mélangés dans une installation automatisée de recyclage des bouteilles	25
3.	Recyclage mécanique des déchets plastiques post-utilisation, par résine, Europe de l'Ouest, 1997.....	29
4.	Recyclage chimique (thermolyse) des déchets plastiques - principes de base (APME).....	30
5.	Diagramme du traitement des flux de déchets de câbles	43

Listes des Annexes

1.	Références	47
2.	Fabrication, utilisation, réutilisation et recyclage des plastiques	49
3.	Informations concernant l'hygiène et la sécurité des installations de récupération des matériaux (IRM)	50
4.	Informations sur des incendies intervenus dans des usines de recyclage en Allemagne	55
5.	Autres données concernant les fluoropolymères	57
6.	Glossaire.....	58
7A.	Les polymères de base et leurs caractéristiques particulières	62
7B.	Marque d'identification pour l'emballage.....	65
8.	Normes d'émission pour les incinérateurs de déchets (en mg/m ³ , teneur en O ₂ de 11 %) fixées par l'Union européenne	66
9.	Contacts pour plus d'informations sur le recyclage des plastiques	67
10.	Catégories de déchets définies par l'ISRI (Institute of Scrap Recycling Industries) et le BIR (Bureau of international recycling)	72
11.	Diagramme sur la séparation de quatre plastiques	73
12.	Type et quantité de déchets plastiques issus de divers procédés de traitement	74
13.	Niveaux de consommation de résines vierges par durée de vie escomptée, 1997	75

AVANT-PROPOS

Les directives techniques pour l'identification et la gestion économiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination visent à faciliter une analyse commune des différentes questions et à fournir des avis en matière de gestion, notamment aux Parties à la Convention de Bâle où l'utilisation de plastiques est en progression.. Le présent document concerne essentiellement les aspects techniques de la gestion des déchets plastiques, une place particulière étant accordée au recyclage.

Les incidences sur l'environnement et la santé des déchets plastiques ne sont pas entièrement couvertes ici, mais des éléments préliminaires sont fournis. La génération de déchets dangereux dans le cadre de la production de plastiques, et la classification des PVC en particulier, ne sont pas traitées dans le présent document.

Ces directives techniques doivent être examinées conjointement avec les autres directives techniques adoptées par la Conférence des Parties à la Convention de Bâle et s'appliquant à la récupération et à l'élimination écologiquement rationnelles des déchets, notamment les Directives techniques sur l'incinération à terre (D10), sur la mise en décharge spécialement aménagée (D5) et sur les déchets ménagers collectés (Y46).

En outre, il faut accorder une attention particulière aux cadres juridiques et aux responsabilités des autorités compétentes.

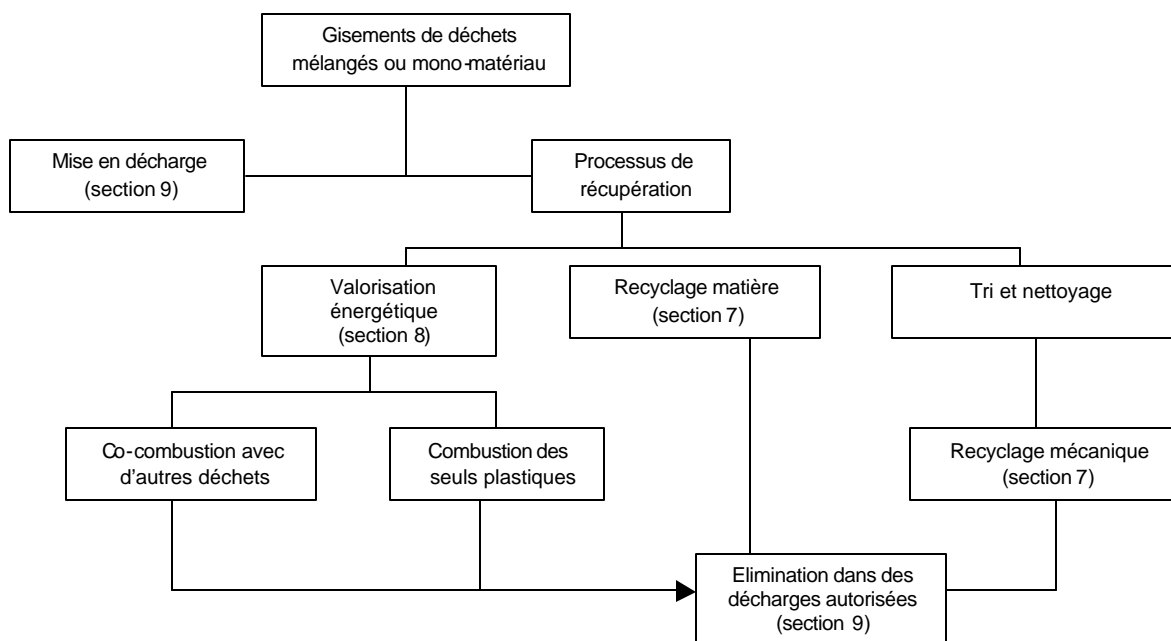
Le présent document a été établi par le Groupe de travail technique de la Convention de Bâle. Il est le fruit d'une coopération productive entre les Parties à la Convention, les signataires et les autres Etats, l'industrie et les organisations non gouvernementales.

1. Introduction

Les présentes directives techniques fournissent des orientations générales concernant l'identification, la gestion écologiquement rationnelle, la récupération^a et l'élimination finale^b des déchets plastiques. Normalement, les directives techniques de la Convention de Bâle s'appliquent aux déchets visés dans l'annexe I de la Convention et présentant l'une ou l'autre des caractéristiques de danger décrites dans l'annexe III ainsi qu'aux déchets ménagers (Y46), visés dans l'annexe II de la Convention, qui demandent un examen spécial. Les présentes directives techniques ont été délibérément étendues pour couvrir tous les types de plastiques et de polymères, et pas simplement ceux ayant un constituant visé à l'annexe I de la Convention (Y1 à Y45).

La politique de gestion des déchets a pour objet la hiérarchisation des déchets, la priorité étant donnée à la prévention et à la réduction des déchets (notamment l'élimination des obstacles et des distorsions qui favorisent la surproduction de déchets), suivies de la réutilisation, du recyclage, de la récupération et de la gestion des résidus. Cette stratégie s'appuie sur une approche intégrée de la gestion des déchets (voir graphique 1) où le recyclage matière occupe une place prédominante.

La prévention ou la réduction des déchets suppose à la fois des modifications en amont dans la conception des produits et des modifications des habitudes de consommation. Ces stratégies^c doivent viser à réaliser l'un et/ou l'autre des objectifs que sont une diminution de la production de déchets (quantité) et l'utilisation dans la production de constituants moins dangereux (qualité), de façon que des déchets moins dangereux soient générés.



Graphique 1. Approche intégrée de la gestion des déchets

^a Par récupération, on entend les opérations décrites dans l'annexe IV B de la Convention de Bâle.

^b Par élimination finale, on entend les opérations décrites dans l'annexe IV A de la Convention de Bâle.

^c Pour plus d'informations, consulter le Manuel de référence de l'OCDE sur la prévention stratégique des déchets [ENV/EPOC/PPC(2000)5/FINAL].

3. Ces directives techniques fournissent des informations sur :

- a) Les divers plastiques courants et leur composition;
- b) L'étiquetage, la manutention dans des conditions de sécurité, la compression, le stockage et le transport des déchets plastiques;
- c) Le recyclage écologiquement rationnel, la récupération et l'élimination finale des déchets plastiques.

Ce n'est que dans les années 50 que les plastiques ont commencé d'être largement utilisés, mais, en l'espace de quelques années, leur production s'est accrue à un rythme sans précédent. La consommation mondiale est maintenant comparable à celle de l'ensemble des métaux non ferreux. Les prévisions relatives à la production de résines (voir appendice 1) donnent une indication des volumes de déchets plastiques que les pays développés et les pays en développement devront gérer dans les années à venir, y compris les plastiques ayant une longue durée de vie utile produits il y a quelques décennies et qui arrivent en fin d'utilisation.

Des difficultés techniques, économiques et structurelles restent à résoudre. Le problème le plus difficile rencontré jusqu'ici en ce qui concerne les plastiques et l'environnement est celui de l'élimination. Dans les pays développés, environ les trois quarts des déchets plastiques sont mis en décharge, alors que le quart restant est récupéré soit sous la forme de nouveaux matériaux, soit sous la forme d'énergie utile. Ce taux de récupération a été obtenu grâce à la mise en œuvre d'instruments législatifs et/ou économiques. A l'évidence, les possibilités de recyclage des déchets plastiques restent importantes.

D'une part, la mise en décharge est de plus en plus considérée comme problématique du fait de son incidence sur l'environnement car les sites adaptés sont de moins en moins nombreux. On s'interroge sur l'importance de la lixiviation des additifs du plastique dans les eaux souterraines. D'autre part, l'incinération non contrôlée des résidus urbains solides (RUS) est inacceptable du point de vue de l'environnement et même l'incinération contrôlée des déchets plastiques pose problème dans certains cas.

Bien que, pour certains matériaux, «récupération» soit synonyme de «recyclage», pour les plastiques il existe plusieurs options de récupération : recyclage matière (recyclage mécanique ou recyclage matière première); incinération avec valorisation énergétique; utilisation en tant que source d'énergie de substitution, en remplacement des combustibles traditionnels, pour la production d'électricité notamment; ou utilisation dans la production d'autres matériaux. Les déchets plastiques post-utilisation posent des problèmes d'identification, de séparation et aussi de contamination. Cependant, lorsque des volumes suffisants de matériaux facilement classables sont disponibles, le recyclage peut être fait de façon performante.

Les Parties à la Convention de Bâle, en particulier les pays en développement, doivent disposer d'informations techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques pour pouvoir mettre au point des politiques et programmes appropriés. Dans ce contexte, la gestion écologiquement rationnelle est définie dans la Convention de Bâle comme l'adoption de toutes les mesures pratiques visant à assurer que les déchets dangereux ou les autres déchets (annexe II) sont gérés de façon à protéger la santé humaine et l'environnement de leurs effets nocifs potentiels. En outre, par l'article 4 de la Convention, les Parties s'engagent à réduire le plus possible la génération de déchets dangereux et d'autres déchets.

Un grand nombre de plastiques ont une très longue durée de vie utile et les plastiques en fin d'utilisation peuvent avoir une «seconde vie». L'utilisation de plastiques plutôt que d'autres matériaux implique ce qui suit :

- moins de matériaux sont nécessaires pour une application donnée (les matériaux d'emballage ont été réduits de pas moins de 80 % ces 20 dernières années et les pertes de matériaux emballés ont diminué en raison de la meilleure protection assurée par l'emballage);
- moins d'énergie est utilisée dans la production (grâce au passage à des plastiques, qui sont moins intensifs en énergie);

- moins de combustibles sont utilisés dans le transport et la manutention (grâce aux plastiques incorporés dans l'emballage et dans les véhicules);
- la fabrication et la consommation génèrent moins de pollution;
- moins de déchets de fin de vie sont produits (en termes de volume et de poids par rapport aux matériaux traditionnels comme le métal ou le verre).

Les plastiques présentent de nombreux avantages, notamment une faible perméabilité et la résistance aux produits chimiques, à l'impact, à la moisissure et au feu. Néanmoins, la production, le traitement et l'utilisation des plastiques génèrent des déchets et il est indispensable que ces déchets soient gérés adéquatement pour protéger les populations et l'environnement, d'où les présentes directives.

2. Les principaux types de plastiques et leur composition

Les éléments les plus couramment trouvés dans les plastiques sont le carbone, l'hydrogène, l'azote, l'oxygène, le chlore, le fluor et le brome. Certains de ces éléments sont dangereux seuls mais deviennent inertes lorsqu'ils sont incorporés dans un polymère organique. Les types de polymères que l'on trouvera le plus souvent dans les déchets plastiques sont énumérés dans le tableau 1 ci-après. (Comme il n'y a généralement pas de substances thermodurcissables, par opposition aux substances thermoplastiques, dans la plupart des déchets plastiques destinés au recyclage, sauf à de très faibles concentrations, ces substances n'ont pas été prises en considération ici.)

Tableau 1 : Polymères courants

Polymère	Application classique	Cycle de vie normal
Polyéthylène à haute densité (PE-HD)	Emballages et films industriels, bouteilles, baignoires, tasses, clôtures, jouets;	2 ans maximum
	Bidons, réservoirs, caisses pour le lait et la bière, isolation des câbles, tuyaux, jerricanes, conteneurs, bancs et sièges.	30 ans maximum
Polyéthylène à basse densité (PE-BD, PE-LLD)	Films d'emballage, films auto-adhésifs, sachets et sacs;	2 ans maximum
	Couvercles, jouets, revêtements, conteneurs souples, canalisations;	5 ans maximum
	Tuyaux d'arrosage	20 ans maximum
Polyéthylène téréphtalate (PET) (polyester)	Bouteilles, films pour l'emballage de produits alimentaires, courroies, bandes d'enregistrement; Tapis, cordes pour pneus d'automobiles, fibres	5 ans maximum
		10 ans maximum
Polypropylène (PP)	Pots de yaourts et de margarine, emballages pour bonbons et gourmandises, films d'emballage, bouteilles et capuchons;	5 ans maximum
	Bacs pour batteries d'automobiles, pièces détachées et prothèses, composants électriques;	10 ans maximum
	Poil et support de tapis	15 ans ou plus
Polystyrène (PS)	Applications pour l'emballage, conteneurs de produits laitiers, tasses et assiettes;	5 ans maximum
	Matériels électriques, cassettes d'enregistrement	10 ans maximum
Polystyrène expansible (PSE)	Emballages résistants aux chocs, tasses et assiettes;	5 ans maximum
	Isolation thermique, éléments de construction	30 ans maximum

Polytétrafluoréthylène (PTFE)	Isolation des câbles, revêtements résistants à la chaleur, composants électriques, serrures et joints résistants à la corrosion	30 ans maximum
Polychlorure de vinyle	Garnitures et habillages de portes et fenêtres, conduites d'eau potable et tuyaux d'épuration, produits pour la pluie	50 ans maximum
Non plastifié (PVC-U)	Matériaux de construction, façades de bâtiments; Carrelages, isolation des câbles et fils; Tubes et sacs médicaux, chaussures, films adhésifs, emballages de produits alimentaires, gaines pour le traitement de la bière, du lait et des produits alimentaires, emballages de produits chimiques concentrés	50 ans maximum
Emulsion (PVC-E).		50 ans maximum
Plastifié (PVC-P)		5 ans maximum

Pour couvrir le large éventail des besoins liés aux applications des polymères, des sous-groupes de polymères peuvent être ajoutés à ces classifications générales. Très peu de polymères de base (appelés aussi résines) sont utilisés ou transformés sans adjonction ; la majeure partie des plastiques sont des mélanges de polymères et d'additifs formulés pour arriver exactement aux propriétés nécessaires pour une application particulière (voir aussi appendice 2). Ainsi :

Plastiques = Polymères+additifs

A cet égard, les polymères ne sont pas différents de l'acier ou du verre, pour lesquels un terme générique couvre beaucoup de compositions différentes. Les divers types et quantités d'additifs sont incorporés dans la matrice polymère. Certains additifs, comme les stabilisants contre les effets de la chaleur, de la lumière ou de l'oxygène dans l'air, prolongent le cycle de vie des produits ou permettent des applications spécifiques comme les films pour l'emballage des produits alimentaires, les encadrements de fenêtres, les tuyaux, etc. Les additifs courants sont indiqués dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2. : Additifs courants des plastiques

Matériau (voir Glossaire (appendice 6) pour des explications)	Taux de Concentration
Antioxydants	1 % maximum
Charges	40 % maximum
Agents moussants	2 % maximum
Additifs visant à améliorer la résistance à l'impact	10 % maximum
Pigments et teintures	5 % maximum
Plastifiants	40 % maximum
Stabilisants chaleur et lumière	5 % maximum
Ignifugeants	15 % maximum

Certains additifs ou plastiques/polymères (voir tableau 3) figurent parmi les types de matériaux visés dans l'annexe 1 de la Convention.

Tableau 3 : Composants visés dans la Convention de Bâle (annexe 1)

Constituent	Nom chimique	Remarques	Contenu (pourcentage par poids)
Y13	Déchets issus de la production, de la préparation et de l'utilisation de résines, de latex, de plastifiants ou de colles et adhésifs	Résines (plastiques sans additifs)	100 % de résine
Y21	Composés du chrome hexavalent	Composant mineur des pigments	Chrome jusqu'à 0,3 % environ
Y23	Composés du zinc	Lubrifiant/stabilisateur	Zinc < 0,2 %
Y26	Cadmium, composés du cadmium	Pigments et stabilisants chaleur	Cadmium jusqu'à 0,2 % environ
Y27	Antimoine, composés d'antimoine	Retardateur de flammes	Antimoine jusqu'à 2 % environ
Y31	Plomb, composés de plomb	Stabilisants chaleur et lumière	Plomb < 2,5 %
Y45	Composés organohalogénés autres que les matières figurant à l'annexe 1 de la Convention	Polymères halogénés	Le contenu halogène piégé dans la matrice polymère/plastique varie en fonction de la structure de la matrice

Le PVC est le polymère pour lequel les types et les quantités d'additifs sont les plus nombreux, les principaux étant les stabilisants et les plastifiants.

Les stabilisants au plomb sont les plus couramment utilisés. Les stabilisants au cadmium sont utilisés dans plusieurs applications, mais sont de plus en plus remplacés. Les produits pouvant être substitués aux stabilisants à base de plomb sont de plus en plus courants. Le plomb comme le cadmium sont surtout utilisés dans les batteries et les accumulateurs. Néanmoins, c'est dans les stabilisants du PVC que le plomb en particulier trouve l'une de ses principales applications.

Près de 90 % des plastifiants dans les PVC sont des phtalates ; 90 % de la production de phtalates sont utilisés dans des applications PVC.

Certains plastiques contiennent comme additifs des retardateurs de flammes. Les retardateurs de flammes connus sont l'antimoine et ses composés, les éthers de phosphate, les paraffines chlorées à chaîne moyenne (PCCM) et les retardateurs de flammes bromés (RFB). Les produits chimiques bromés sont les retardateurs de flammes les plus largement utilisés pour les plastiques et répondent aux normes de sécurité incendie UL -94 des Etats-Unis d'Amérique. Les RFB sont utilisés en particulier dans les appareils électriques et électroniques, les revêtements, les pièces détachées d'automobiles, les textiles revêtus, les meubles, la construction et l'emballage.

La demande totale de produits chimiques ignifugeants à base de brome s'élève, selon les estimations, à 150 000 tonnes par an. En juin 1995, un engagement volontaire a été signé par les Etats-Unis et les producteurs européens de RFB couverts par le Programme de réduction des risques de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Les trois familles les plus étudiées de RFB sont les biphenyles polybromés (PBB), les oxydes de polybromodiphényle (OPBD) et le tétrabromobisphénol A (TBBPA).

Les additifs indiqués sont incorporés dans la matrice polymère. Cette matrice peut être fragmentée, par exemple à forte température (incinération contrôlée) ou sous pression. Certains des additifs énumérés dans le tableau 2 peuvent être libérés de la matrice polymère durant l'utilisation ainsi que durant l'élimination.

La composition des déchets plastiques dépend non seulement de la composition intrinsèque des divers plastiques inclus mais aussi des impuretés ou contaminants qu'ils peuvent contenir. Cela peut être lié au type d'application pour laquelle le plastique a été utilisé, au processus de génération des déchets et à la façon dont le déchet plastique a été collecté. Par exemple, les emballages alimentaires en plastique peuvent encore contenir des résidus alimentaires, les films utilisés en agriculture peuvent contenir de forts pourcentages de terres et les déchets plastiques des câbles peuvent contenir des résidus de métaux. Lorsque les plastiques font l'objet d'un traitement, il faut donc prendre en considération à la fois la composition intrinsèque du plastique et toute contamination par des substances étrangères (voir aussi section 6). La présence d'impuretés et de contaminants peut affecter la façon dont le plastique peut être géré d'une manière écologiquement rationnelle et doit donner lieu à des mesures adaptées.

3. Les sources des déchets plastiques

La quantité totale de déchets plastiques générés est considérablement moindre que la quantité de plastiques produits. Cela est attribuable aux applications dans lesquelles le plastique répond à un besoin à long terme et n'est donc pas encore entré dans les flux de déchets en grande quantité.

La majeure partie des déchets plastiques viennent de sources post-utilisation. Les déchets post-utilisation dans les pays de l'OCDE se trouvent essentiellement dans les résidus urbains solides (RUS) et sont générés également par la distribution, la construction et la démolition, l'industrie automobile, l'agriculture électronique et les secteurs électriques (voir dans l'appendice 13 le cas de l'Europe de l'Ouest, 1999). Les caractéristiques et, en conséquence, le traitement des déchets pré- et post-utilisation diffèrent.

Les déchets plastiques pré-utilisation, qui représentent généralement moins de 10 % des déchets produits, sont générés durant la production de plastiques vierges à partir de matières premières (pétrole, gaz naturel, sel commun, etc.) ainsi que durant la transformation de matières plastiques en produits en plastique. Les critères mentionnés ci-après pour la réutilisation ou le recyclage des plastiques ne visent pas à mettre en évidence les risques mais plutôt à encourager des pratiques rationnelles. On trouvera dans l'appendice 2 un diagramme de la production et du recyclage des plastiques.

3.1 Déchets plastiques pré-utilisation

Les plastiques générés par les fabricants de résines sont souvent utilisables. Ils peuvent souvent être récupérés et vendus, encore qu'un broyage ou un autre traitement intermédiaire soit requis. Mais, certains déchets plastiques ne peuvent être utilisés comme matières premières dans aucun processus. Ce peut être le cas des suivants :

- matériaux composites;
- plastiques qui sont trop dégradés pour avoir les propriétés requises soit pour un traitement soit en tant que sous-produits;
- déchets contaminés (par ex. balayures).

Les industries de transformation du plastique sont la source habituelle de ces déchets. L'appendice 12 énumère les types et quantités de déchets plastiques résultant de divers procédés de fabrication. Globalement, les déchets plastiques pré-utilisation tendent à être bien utilisés. Les contraintes pesant sur le recyclage de ces déchets tiennent, semble-t-il, plus à la qualité du matériau lui-même qu'à l'absence de technologies disponibles pour les traiter.

Production de polymères

Le secteur s'efforce de ne produire que des matériaux de première qualité, mais il est probable qu'une petite proportion des polymères de base ne répondront pas au cahier des charges et ne conviendront pas pour les applications prévues. Ces matériaux peuvent néanmoins trouver une utilisation appropriée dans d'autres applications spécifiques pour lesquelles :

- ils satisfont aux restrictions réglementaires concernant le contenu en monomères et/ou les contaminants;
- sont mélangés avec des additifs appropriés et répondent aux réglementations locales;
- contiennent les additifs nécessaires pour se conformer au cahier des charges de l'application finale.

Mélanges de polymères

Le mélange de polymères avec des additifs peut donner lieu à des matériaux qui ne répondent pas au cahier des charges initial mais qui conviennent néanmoins pour d'autres applications. La formule ou la recette exacte pour l'association des quantités de résine et des divers additifs n'ayant pas nécessairement été suivie, le matériau ne répond pas au cahier des charges et n'a pas la couleur, la dureté ou les caractéristiques de traitement requises. Avant le recyclage pour d'autres applications, il est indispensable de s'assurer que ces mélanges de polymères :

- correspondent à une formule connue et sont adaptés à la nouvelle application;
- sont traités dans des conditions adaptées compte tenu de leur composition;
- satisfont aux obligations réglementaires en matière de composition pour l'application proposée;
- entrent dans une même catégorie ou un ensemble connu de catégories proches.

Transformation des plastiques

Le matériel de moulage et d'extrusion peut produire des déchets au début ou à la fin de l'opération et dans certaines conditions d'exploitation, qui ne peuvent être réutilisés sur le site en raison des contraintes de qualité ou des restrictions du cahier des charges. Les déchets ou rejets peuvent devoir être déchiquetés avant d'être réutilisés.

Ces matériaux peuvent néanmoins trouver des utilisations dans d'autres applications. Il est indispensable de s'assurer qu'ils :

- correspondent à une formule connue;
- sont utilisés dans une application appropriée;
- sont traités dans des conditions adaptées compte tenu de leur composition;
- n'ont subi aucune contamination ou dégradation, qui les rendrait inaptes à un traitement;
- entrent dans la même catégorie de matériaux ou dans un ensemble de catégories proches répondant aux normes requises pour le matériau vierge.

Assemblage ou installation de composants plastiques

Certains plastiques sont fournis sous la forme de produits semi-finis. Lorsqu'ils sont transformés, des résidus ou chutes sont produits qui peuvent être recyclés dans la même application ou dans d'autres applications. Par exemple, les chutes de l'assemblage de cadres de fenêtre en PVC-U peuvent être recyclées en de nouveaux cadres de fenêtres ou pour la fabrication de conduites et de canalisations. Les chutes du moulage de tasses en feuilles de polystyrène peuvent être recyclées pour la fabrication d'autres tasses ou de casiers à cassettes, par exemple. L'installation de canalisations, tuyaux ou gouttières en PVC ou en polyéthylène génère aussi des chutes qui peuvent être recyclées pour la fabrication d'autres tuyaux ou canalisations.

Ces matériaux recyclés donnent les meilleurs résultats lorsque :

- les déchets sont triés en divers groupes exempts de contamination;
- les matériaux alvéolaires sont séparés des matériaux solides;
- les conditions de transformation prennent en compte le traitement déjà subi par le matériau;

3.2 Déchets plastiques post-utilisation

Les composants plastiques arrivent souvent à la fin de leur premier cycle de vie sans que les caractéristiques du matériau plastique aient beaucoup changé. Les déchets pré-consommation sont en général propres, séparés des autres résines, physiquement proches d'un lieu où ils peuvent être recyclés et bien définis pour ce qui est de leur origine et de leurs propriétés physiques. Ce n'est habituellement pas le cas pour les déchets plastiques post-utilisation. En outre, les déchets post-consommation revêtent souvent la forme de matériaux composites, mélanges de différents plastiques et/ou mélanges de plastiques et de déchets non plastiques. Pour être recyclés, les plastiques doivent d'abord être nettoyés et séparés en matériaux homogènes. Tous ces facteurs contribuent à la difficulté de l'opération et à l'augmentation des coûts du recyclage des déchets post-utilisation par rapport au recyclage des déchets pré-utilisation.

De plus en plus de pays adoptent des lois exigeant que les plastiques en fin de cycle soient récupérés en vue d'un recyclage. Le retour des composants aux fournisseurs peut aussi faire partie du contrat de vente. Extraire les plastiques des équipements en fin de cycle peut être difficile et coûteux, mais ces matériaux peuvent effectivement être recyclés.

L'appendice 13 prend comme exemple l'Europe de l'Ouest en 1994. Y sont indiqués les déchets plastiques post-utilisation, par source de déchets, par résine et par type d'emballage.

Chaque source de déchets a ses caractéristiques particulières :

- les résidus urbains solides (RUS) et les déchets plastiques agricoles sont géographiquement plus dispersés que les déchets de distribution;
- les déchets du secteur agricole et les déchets de la distribution sont plus homogènes que les RUS ou les déchets de l'industrie automobile;
- les déchets de la construction/démolition et les RUS contiennent plus de contaminants que les déchets plastiques des secteurs électrique et électronique.

En Europe de l'Ouest, les quatre principaux plastiques (PE, PP, PVC et PS) représentent 80 % environ des flux totaux de déchets plastiques. Les produits d'emballage représentaient 55 % du total des déchets plastiques générés en Europe de l'Ouest en 1994 (appendice 13).

Résidus urbains et ménagers

Les résidus urbains/ménagers entrent dans la catégorie Y46 de l'annexe II de la Convention de Bâle et sont considérés comme des 'déchets demandant un examen spécial'. Les résidus urbains solides n'ont qu'une faible concentration en plastiques (8 % environ). Bien que cet aspect ne soit pas directement lié aux présentes directives, certaines Parties ont adopté une législation exigeant des ménages, des entreprises et de l'industrie qu'ils séparent et collectent en vue du recyclage les plastiques qui entreraient autrement dans les RUS. Ces matériaux sont recyclables et peuvent alors être transportés dans d'autres pays en vue d'un recyclage. Il faut pour cela qu'ils soient nettoyés et triés en différents gisements de polymères avant d'être recyclés de façon satisfaisante.

Sur les plastiques contenus dans les RUS, on estime que 41 % sont des PE et 18 % des PP, les estimations étant de 9 % pour les PS/PSE et les PVC et de 7 % pour les PET (chiffres de 1993 pour l'Europe de l'Ouest, appendice 13). En général, les plastiques ménagers contiennent un ensemble de différents matériaux qui sont difficiles à identifier.

Les exemples de plastiques en fin de cycle sont notamment les suivants :

Conduites d'eau potable et tuyaux d'épuration :	PVC-U, PE-HD;
Câbles/isolants des câbles :	PE-LD, PE-HD, PVC-P, PTFE;
Cadres de fenêtres et chutes de construction :	PVC-U, PVC-E;
Châssis et claviers d'ordinateur :	PVC-U, PS;
Bouteilles	PET, PE-HD, PVC-U;
Films d'emballage	PP, PE-BD, PE-HD, PVC-U, PVC-P

Déchets plastiques de la distribution et de la grande industrie

Ce secteur produit un volume de déchets plastiques qui n'est devancé que par celui des RUS. Dans ces déchets entrent les sacs, les fûts et les conteneurs pour les industries alimentaires et chimiques, les films d'emballage, le matériel industriel mis au rebut, les caisses, etc. Les principaux plastiques utilisés sont les PE, PP, PS et PVC. Dans ce secteur, la collecte de matériaux plastiques correctement identifiés est plus facile que dans le secteur des ménages.

Déchets plastiques agricoles

En Europe de l'Ouest, l'agriculture utilise des plastiques PP, PE et PVC qui ont généralement une durée de vie utile courte à intermédiaire. Les produits ayant un cycle de vie court sont notamment les films plastiques pour la couverture des serres et les sacs à engrais. Les produits ayant une durée de vie utile de longueur intermédiaire sont notamment les tuyaux et les valves pour l'irrigation, les conteneurs, les fûts et les récipients.

Déchets de plastique de la construction et de la démolition

L'industrie de la construction en Europe de l'Ouest utilise essentiellement des plastique PE et PVC (appendice 13), généralement dans des applications où les durées de vie utiles sont beaucoup plus longues que dans tous les autres grands secteurs industriels, ce qui rend difficile l'estimation des quantités de déchets sur la base de la consommation. L'industrie de la construction indique qu'avec une consommation annuelle courante de 10 %, on arrive à une estimation raisonnable des déchets générés dans ce secteur.

4. Manutention écologiquement rationnelle et sûre, compression, transport, stockage et expédition des déchets plastiques

Tous les déchets plastiques peuvent être recyclés. Les possibilités de recyclage et la valeur des déchets plastiques, tant du point de vue économique que du point de vue des applications, sont accrues si ces déchets sont triés par type de plastique. Néanmoins, les plastiques mélangés peuvent être recyclés, mais ils ont moins d'applications à l'heure actuelle et peuvent rarement remplacer du plastique vierge.

4.1 Manutention écologiquement rationnelle et sûre

Les déchets de matériaux de tous types, dangereux ou non, doivent être manipulés de façon à minimiser les risques pour la santé humaine. Les déchets des processus de mélange et de fabrication de polymères sont le plus souvent transportés sous la forme de poudres ou de granulés enfermés dans de grands sacs ou des conteneurs. Les déchets des applications en fin de vie se présentent vraisemblablement en vrac et doivent être compressés en balles ou en sacs, comme cela est le cas dans un grand nombre d'activités industrielles. Les employés devraient revêtir des vêtements de protection appropriés; en outre, ils devraient être formés à la manutention sûre de containers gros et lourds et être équipés de matériels de manutention tels que bourriquets, transpalettes et chariots élévateurs. On trouvera dans l'annexe 3 un exemple, venant du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, du type d'orientations détaillées sur la manutention écologiquement sûre qui devraient être fournies aux responsables des entreprises de tri et de recyclage des matières plastiques.

4.2 Compression

Les résidus plastiques venant des déchets d'emballage, des déchets de produits mis au rebut et de la transformation de produits semi-finis peuvent être volumineux et contenir plusieurs types de déchets plastiques. Pour les transporter et les stocker économiquement, il faut les compresser. Les processus de compression les plus courants sont la mise en balles et le broyage.

Le broyage peut être sec ou humide. Le broyage par voie humide est utilisé non seulement pour le compactage mais aussi pour commencer le processus de nettoyage des résidus plastiques visant à les débarrasser des étiquettes en papier, de la colle et des saletés. La mise en balles et le broyage sont des processus établis, qui exigent du personnel adéquatement formé et équipé. Si possible, le tri en gisements de déchets mono-matériau devrait être réalisé avant la compression.

Les gisements de plastiques mélangées ou les gisements mono-matériau peuvent être broyés, mais pour des opérations écologiquement rationnelles et sûres, il convient de noter les points suivants :

- certains marchés n'acceptent pas le matériel broyé car les normes de qualité requises sont supérieures à celles qui peuvent être respectées par les processus de tri courants;
- le broyeur doit être construit et installé de manière à protéger l'opérateur des éclats, de l'enchevêtrement des déchets de films et du bruit;
- le broyeur doit être protégé de la contamination métallique au moyen de systèmes de détection et d'élimination des métaux;
- les résidus de plastiques mixtes ne devraient être broyés que si l'on est assuré d'une application pour le produit mélangé ou si un système de tri post-broyage permet de produire des gisements mono-matériau de qualité acceptable;
- avant que les matériaux broyés ne soient retraités, ils doivent être séchés et conditionnés en fonction du cahier des charges applicable au matériau vierge.

La mise en balles convient aux déchets de composants, de films et de bouteilles. Cette technique présente l'avantage de faire du tri post-compression un processus simple et technologiquement peu compliqué. Pour une mise en balles sûre et efficace, il faut prêter attention aux aspects suivants :

- la compression excessive des déchets plastiques mis en balles peut fusionner les déchets en une masse solide qu'il sera très difficile de fragmenter à nouveau;
- les balles compactées stockent une grande quantité d'énergie et des ligatures en polyester ou en acier inoxydable doivent être utilisées et être suffisamment fortes pour résister à la contrainte à long terme des matériaux compressés;
- il faut prendre soin, lors de l'ouverture des balles, d'éviter les blessures dues à la libération soudaine d'énergie ;
- les balles insuffisamment compressées sont instables;
- les balles ne devraient être manipulées qu'avec une transpalette ou un chariot élévateur.

4.3 Transport

Le transport de résidus plastiques mis en balles ou granulés exige une attention considérable pour ce qui est de la stabilité et de la protection du chargement. Les balles et les sacs doivent être empilés sur une hauteur ne dépassant pas 2,5 mètres et le chargement doit être arrimé avec des cordes ou des bâches résistantes. Les chargements doivent être protégés du climat et du vandalisme lors du transport. Lors du déchargement des déchets plastiques, il faut veiller tout particulièrement à assurer la sûreté du personnel.

4.4 Stockage

Dans l'idéal, tous les plastiques broyés ou mis en balles destinés au recyclage devraient être stockés sur des surfaces en béton propres. Si les déchets plastiques sont stockés à l'intérieur, des systèmes d'extincteurs automatiques à eau devraient être mis en place pour prévenir les incendies et lutter facilement contre le feu si un incendie se déclare. Si les déchets de plastique sont stockés à l'extérieur, ils devraient être protégés de la contamination ou des dommages dus aux intempéries à l'aide de bâches ou

d'un film de polyéthylène noir. La contamination des plastiques par la poussière et la terre peut être évitée en utilisant des palettes. L'empilage devrait être assujéti à des règles strictes en matière de hauteur maximale (par exemple pas plus de 3 balles superposées) afin d'éviter les risques pour le personnel en cas de chute d'une balle. Les polymères se dégradent lorsqu'ils sont exposés de façon prolongée à la lumière ultraviolette, qui conduit à une dégradation des propriétés physiques et chimiques du plastique.

Les polymères stockés à l'extérieur devraient être couverts par un matériau les protégeant des UV. La nécessité d'une protection varie suivant les polymères, comme indiqué dans le tableau 4 ci-après. Des additifs peuvent être incorporés au polymère vierge pour accroître la résistance aux UV.

Tableau 4. Dégradation de la résine/du polymère vierge à l'exposition aux ultraviolets solaires

Résine/polymère vierge	Stockage maximal à l'extérieur non protégé
PET	6 mois
PE-HD	1 mois
PVC	6 mois
PE-LBD	1 mois
PP	1 mois
PS	6 mois
PTFE	Indéfini

La zone de stockage devrait être entièrement consacrée aux déchets plastiques. Tous les secteurs devraient être accessibles aux matériels de manutention et aux véhicules de service d'urgence. Il devrait y avoir en outre plusieurs sorties de secours de la zone de stockage pour le personnel, qui devraient être bien signalées et faciles à trouver. La zone de stockage devrait être sécurisée afin d'éviter les entrées non autorisées et le matériel de lutte contre les incendies devrait être facilement accessible (voir section 6 sur la sécurité incendie). Ces précautions sont semblables à celles qui doivent être prises pour un grand nombre d'autres matériaux.

4.5 Expédition en vue du recyclage

Les déchets plastiques destinés au recyclage ne devraient être expédiés que dans les conditions suivantes :

- dans un emballage approprié est prévu : dans des balles pour les matériaux compressés et dans des conteneurs ou des sacs pour les matériaux broyés, afin de protéger les matériaux au cours du transport. Les matériaux emballés devraient répondre aux normes en matière de sécurité de la manutention de la Partie qui les réceptionne.
- avec un étiquetage clair du type de matériau, du lieu d'origine et du nom du responsable à contacter dans l'organisme qui envoie;
- lorsque le client a reçu la documentation indiquant le type ou les types de déchets plastiques devant être expédiés et a reçu des instructions appropriées en matière de manutention;
- dans le respect des directives de Conseil du commerce de marchandises de l'Organisation mondiale du commerce (OMC/CCM) pour ce qui est de l'emballage et de l'expédition. Les plastiques et les emballages plastiques n'ont pas à être étiquetés conformément aux directives du Conseil du commerce de marchandises de l'OMC concernant les produits dangereux car il ne s'agit pas de produits dangereux.

5. Questions concernant l'hygiène et la sécurité

Pour s'assurer que les déchets plastiques propres sont gérés de façon sûre et efficiente, l'expéditeur et le destinataire des matériaux devraient faire en sorte que les informations suivantes soient disponibles :

- l'identification et la qualité des produits expédiés et le mode d'expédition;
- les consignes requises pour une manutention sûre des matériaux;

- les vêtements de protection à porter par les employés, y compris les protections des yeux et des oreilles, les gants, les chaussures protectrices, les masques à filtre et les casques, en fonction du type de traitement prévu pour le matériau;
- les conditions de stockage en sécurité des matériaux compressés, y compris le matériel de manutention mécanique requis, les hauteurs limites d'empilage, la stabilité et l'espace de stockage;
- la prévention des incendies, la lutte contre les incendies, les extincteurs, les émissions des déchets incinérés, les conseils aux pompiers et les moyens de traiter les résidus des incendies.

Les déchets plastiques contaminés peuvent constituer un risque majeur ou mineur suivant le contaminant. Les déchets plastiques contaminés par des substances dangereuses comme les pesticides (Y4) ne devraient pas être expédiés à d'autres Parties en vue de la récupération et devraient, dans la mesure du possible, être gardés dans le pays d'origine pour y être traités. Il en va de même des emballages en plastique d'autres substances dangereuses.

En permettant une meilleure évaluation des risques de contamination, les informations sur l'origine des déchets et la façon dont ils ont été générés sont utiles à des fins de recyclage mais permettent aussi de réduire les risques pour le personnel. Pour ce qui est de la manutention de matériaux d'emballage venant du secteur agricole, la contamination par les pesticides pose un problème particulier. Si aucune installation de traitement sûre n'est disponible dans le pays d'origine, l'expédition vers une autre Partie ayant des installations appropriées ne devrait être autorisée que si elle est acceptable en vertu des règlements locaux et internationaux.

Les plastiques contaminés, notamment les emballages utilisés pour les pesticides ou d'autres produits chimiques dangereux, devraient être manipulés avec un soin particulier. En fonction du type et de l'importance de la contamination, ils peuvent être classés comme déchets dangereux et traités en conséquence.

Cela impliquera sans doute un emballage et un étiquetage appropriés conformément aux directives du Comité du commerce de marchandises de l'OMC. A l'instar de ceux couverts par l'annexe IX de la Convention de Bâle, ces déchets ne peuvent pas faire l'objet d'une expédition et les procédures appropriées doivent être suivies en cas de mouvements transfrontières.

Dans certains cas, il est possible de supprimer les contaminants par un processus de décontamination. Après que la décontamination a été adéquatement réalisée, les déchets plastiques peuvent être traités avec les mêmes technologies que celles convenant pour les déchets plastiques non contaminés, à condition que l'efficacité du processus de décontamination ait été prouvée de façon fiable. Les résidus des processus de décontamination dans lesquels sont concentrés les contaminants devraient être traités ou éliminés de façon appropriée. Les eaux usées venant de ces processus exigeront sans doute un traitement conformément à la législation locale.

Les déchets plastiques contaminés seulement légèrement par des traces de matériaux non dangereux, comme les résidus alimentaires ou de boisson, posent un risque semblable à celui de la plupart des autres expéditions commerciales. Lorsque les déchets sont contaminés avec de grandes quantités de résidus alimentaires, toutefois, des problèmes peuvent se poser du fait des micro-organismes, des odeurs et des parasites.

Le retraitement par une autre Partie ne peut être réalisé dans des conditions de sécurité que si le matériel et l'expertise appropriés sont disponibles et si les réglementations locales le permettent. La Partie qui expédie et la Partie qui réceptionne sont également responsables d'assurer qu'elles sont totalement informées du type de produit expédié pour traitement et de la nature de la contamination.

Il faut prendre en compte, chaque fois que possible, les aspects suivants :

- les déchets sanitaires ne devraient pas être expédiés à des fins de recyclage, mais devraient être gardés dans le pays d'origine pour une élimination finale sûre par incinération ou d'autres techniques de destruction autorisées²;

- les conteneurs en plastique utilisés dans les hôpitaux pour l'eau stérile et les solutions aqueuses peuvent être recyclés en toute sécurité à condition qu'ils aient été conservés séparément des déchets médicaux et hospitaliers;
- les déchets plastiques propres peuvent être contaminés par de l'eau, des pesticides et des saletés durant l'expédition et le stockage, s'ils ne sont pas adéquatement protégés;
- les déchets plastiques pour lesquels la Partie destinataire soupçonne une contamination par des substances dangereuses ne doivent pas être traités, mais devraient être renvoyés dans des conditions sûres à la Partie expéditrice et à une autre Partie dotée des installations autorisées appropriées.

Pour la manutention des déchets plastiques venant des activités sanitaires, les directives techniques sur les déchets biomédicaux et sanitaires (Y1 et Y3) doivent aussi être prises en considération.

6. Sécurité incendie

Considérations générales

Certains polymères en plastique brûlent facilement et ont un fort pouvoir calorifique alors que d'autres, comme le PVC, ne brûlent pas facilement. Certains plastiques contiennent des additifs ignifugeants.

Les matériaux plastiques stockés en vue d'un transport ou d'un recyclage n'ont guère de risque de prendre feu dans des conditions normales mais peuvent être vulnérables en cas de négligence et de vandalisme. Les règles suivantes devraient toujours être appliquées :

- les matériaux plastiques destinés au recyclage devraient être stockés à l'extérieur en l'absence d'une zone de stockage interne disposant d'un système d'extincteurs automatiques à eau;
- fumer doit être interdit dans les zones de stockage et les zones de traitement des plastiques et ces zones devraient être protégées par une clôture appropriée;
- tous les secteurs de la zone de stockage doivent rester facilement accessibles, grâce à des modalités d'empilage bien organisées et surveillées visant à assurer des conditions de travail efficaces, des voies de sortie d'urgence faciles pour le personnel et un accès facile aux véhicules de service d'urgence;
- des extincteurs en bon état de marche devraient se trouver dans la zone de stockage mais le personnel ne devrait essayer d'éteindre un feu que dans les toutes premières phases;
- une liste des quantités et des types de déchets présents dans les locaux est un instrument utile pour les services d'urgence qui peuvent ainsi évaluer l'ampleur probable et le rythme de propagation d'un incendie car un grand nombre de plastiques ont un fort pouvoir calorifique et, une fois enflammés, brûlent rapidement;
- les plans d'urgence sont aussi des instruments utiles pour améliorer la préparation des services d'urgence en cas d'incendie ou d'autres situations d'urgence.

Si un incendie se déclare (comme pour toute opération industrielle) :

- l'ensemble du personnel doit évacuer immédiatement les locaux et se rassembler en des points reconnus afin d'être dénombré; et
- les services d'urgence doivent être appelés immédiatement et devraient être informés précisément;
 - de la rapidité à laquelle un incendie peut se propager dans les plastiques en feu;
 - du fait que les plastiques en feu peuvent se liquéfier pour former une matière brûlante qui peut rapidement répandre le feu vers d'autres zones et également bloquer les tuyaux;
 - de la nécessité de disposer d'appareils respiratoires autonomes pour pénétrer dans un bâtiment dans lequel un matériau est en train de brûler.

Fumée et gaz toxiques

Il est reconnu que la principale cause de décès dans les incendies est l'inhalation de monoxydes de carbone et de la fumée³. Partant du principe que la fumée et les émanations de tout incendie peuvent être toxiques, les brigades de pompiers devraient utiliser des appareils respiratoires autonomes, quels que soient les matériaux en cause.

Lorsqu'ils brûlent, le PVC et les fluoropolymères dégagent des gaz acides, mais il est beaucoup plus rare qu'ils prennent feu que les autres plastiques et ils brûlent très lentement. Le gaz chlorhydrique dégagé par le PVC qui brûle est considéré par les pompiers comme ayant des effets semblables à ceux du monoxyde de carbone. Le fluorure d'hydrogène qui se forme lors de la combustion de fluoropolymères est plus toxique que le monoxyde de carbone mais il n'existera vraisemblablement pas en quantité importante.

La suie résultant des matériaux incinérés, naturellement et par l'action de l'homme, contient de petites concentrations de matériaux plus toxiques et devraient donc être manipulée avec soin en utilisant des vêtements protecteurs appropriés⁴. Les matériaux toxiques adhèrent fermement à la surface des particules de suie et ne sont donc pas très actifs biologiquement.

Pour plus d'informations sur les incendies dans les installations de recyclage voir appendice 4.

7. Deuxième vie des matériaux plastiques

La protection de la santé humaine et de l'environnement et la conservation des ressources naturelles sont des objectifs essentiels de la Convention de Bâle. Dans cette optique, nombre des gouvernements des Etats Parties à la Convention ont adopté des politiques de gestion des déchets écologiquement rationnelles, minimisant le volume de déchets mis en décharge et insistant sur l'intérêt du recyclage mécanique. Lorsque la réutilisation n'est pas le moyen le plus intéressant du point de vue de l'environnement d'extraire une valeur des déchets plastiques, on peut les recycler en matières premières ou les valoriser énergiquement de façon que leur valeur intrinsèque ne soit pas perdue.

Ces deux techniques de récupération des déchets plastiques ont été développées sur une grande échelle dans les pays industrialisés dans le cadre d'opérations et d'incinération de grande ampleur avec valorisation énergétique et recyclage mécanique. Cependant, l'élimination des déchets au moyen de la mise en décharge est encore très prédominante par rapport à ces deux méthodes. En Europe de l'Ouest, en 1994, par exemple, un million de tonnes de déchets plastiques post-consommation ont servi à la fabrication de plastiques recyclés. Pour la même année, les destinations des flux de déchets plastiques dans l'Union européenne ont été les suivantes :

Recyclage mécanique :	6 %
Valorisation énergétique :	13,4 %
Incinération sans valorisation énergétique	3,1 %
Mise en décharge :	76 %
Exportations en dehors de l'Europe de l'Ouest :	1,2 %
Recyclage chimique	marginal.

7.1 Collecte sélective des déchets de matières plastiques

La collecte et le tri des déchets plastiques sont en général les deux premières étapes du recyclage des déchets post-utilisation. Les plastiques peuvent être triés à partir de matériaux non plastiques avant d'être collectés ou ils peuvent être extraits après la collecte d'un gisement de déchets mixtes.

Programmes de collecte des déchets plastiques ménagers

Les déchets des emballages plastiques ménagers sont récupérés dans le cadre de programmes de collecte fondés sur l'apport volontaire (conteneurs placés dans les rues) ou le ramassage porte à porte (poubelles

et sacs spéciaux). Les consignes données aux ménages et l'éventail des déchets plastiques collectés diffèrent d'un système à l'autre. Les programmes par apport volontaire sont généralement limités aux bouteilles. Dans certains pays de l'OCDE, la collecte en porte à porte couvre généralement soit les bouteilles seulement soit l'ensemble des déchets d'emballages plastiques (secs et propres). Du point de vue technique, les systèmes de collecte par apport volontaire sont assez simples et permettent de récupérer des matériaux plastiques homogènes. Les systèmes de ramassage porte à porte sont plus divers et varient pour ce qui est de la fréquence de la collecte (hebdomadaire, mensuelle etc.), du matériel utilisé (véhicules normaux de collecte des RUS, véhicules compartimentalisés) et des consignes données aux ménages (collecte séparée des plastiques recyclables ou collecte des matériaux recyclables en mélange). (Voir tableau 5).

L'expérience des pays développés montre qu'un grand nombre de facteurs influent sur le coût de la collecte sélective. La dispersion géographique des déchets à collecter et la faible densité massique des plastiques sont les facteurs les plus importants expliquant les coûts élevés de la collecte de déchets plastiques par rapport à ceux des autres produits recyclables, comme le papier et le verre. En outre, on a constaté que le niveau de participation de la population et sa réceptivité aux programmes de collecte sélective ont d'importants effets sur les coûts. La participation du public aux plans de collecte des déchets plastiques dans les RUS influe sur la quantité et la qualité des déchets plastiques collectés et, ainsi, sur le coût par tonne du recyclage. Les campagnes de sensibilisation jouent un rôle important pour assurer la participation de la population.

Tableau 5 : Comparaison de la collecte par apport volontaire et de la collecte en porte à porte
(Source : Eléments d'une gestion efficace par rapport aux coûts des déchets plastiques dans l'Union européenne)

	Apport volontaire	Porte à porte
Principes	Les ménages viennent déposer les bouteilles en plastique dans des conteneurs installés dans les rues	Les plastiques sont collectés régulièrement devant chaque porte
Portée	Bouteilles en plastique seulement	Bouteilles en plastique seulement, emballages plastiques de tous types
Techniques	Quasiment normalisées : Conteneurs + véhicules de collecte	Diverses : <ul style="list-style-type: none"> • Collecte dans des poubelles ou des sacs • Plastiques collectés séparément ou avec d'autres produits recyclables • Collecte séparée ou simultanée de produits recyclages et de déchets résiduels (véhicules de collecte compartimentalisés) • Fréquences variables des collectes
Principaux facteurs influant sur les coûts	<ul style="list-style-type: none"> • Faible densité des plastiques • Taux de participation de la population • Contexte local (urbain, rural) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fréquence des collectes • Collecte des plastiques seuls ou des plastiques mélangés à d'autres produits recyclables • Bonne qualité du service
	Nombre de conteneurs	
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Le processus de regroupement du gisement des déchets plastiques est initié par les ménages, ce qui rend la collecte plus facile • Coûts limités, liés essentiellement à la mise en place des conteneurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Taux de récupération élevé
Contraintes	Faibles taux de récupération Impact visuel	Coûts élevés de la collecte

Les coûts de la collecte peuvent varier dans une large mesure. Des données d'expérience seront accumulées dans le proche avenir sur les coûts et avantages des diverses solutions. Cependant, les systèmes resteront probablement assez disparates en raison de la diversité des contraintes dans chaque zone et de la manière différente dont les municipalités et les populations envisagent la notion de service.

La question de savoir si les collectes sélectives des produits recyclables seulement constituent une option viable dépend essentiellement des quantités de produits recyclables à collecter séparément et de la fréquence de la collecte des RUS. Substituer les collectes sélectives est beaucoup plus difficile pour les systèmes par apport volontaire que pour les systèmes de collecte en porte-à-porte et pour les zones rurales que pour les zones urbaines et semi-urbaines. Dans les zones rurales, l'impact visuel des systèmes par apport volontaire pourrait être un problème. Lorsque les collectes sélectives sont réalisées à l'aide de véhicules compartimentalisés, les produits recyclables et les résidus de déchets peuvent être collectés simultanément.

Systèmes de collecte des déchets plastiques de l'industrie et de la distribution

La collecte des déchets de l'industrie et de la distribution se fait généralement au moyen de très grands conteneurs loués par le producteur de déchets et ramassés régulièrement par des opérateurs privés. Le même système s'applique pour les divers types de déchets : déchets plastiques industriels, déchets des emballages et de la distribution et même déchets plastiques agricoles (des conteneurs peuvent être placés sur les sites agricoles, par exemple). Le coût de la collecte par tonne est plus faible que pour les déchets ménagers. La qualité des matériaux collectés est généralement élevée.

7.2 Tri en vue du recyclage mécanique

Les matériaux plastiques en fin de vie doivent être séparés des matériaux non plastiques et, le cas échéant, triés en différentes catégories de plastiques avant d'être retraités pour une «deuxième vie». Les matériaux plastiques des emballages contiennent divers polymères qui peuvent souvent être triés à la main car ils portent une marque d'identification distincte, du type indiqué à l'appendice 7b, encore que le non marquage de certains matériaux puisse être une contrainte. Les conditions de travail des personnes triant à la main méritent une attention particulière.

Séparer les matériaux plastiques en gisements mono-matériau exige une expertise considérable sauf si le type de plastique est distinctement indiqué. Il n'est peut-être pas rentable de séparer les petits matériaux en plastique en vue du recyclage mais ces produits peuvent être utilisés pour la valorisation énergétique. Le tableau 6 donne une vue d'ensemble des différentes techniques de séparation et d'identification disponibles et de certaines de leurs caractéristiques.

Tableau 6. : Description des techniques de séparation et d'identification des plastiques. (Identiplast, APME)

Procédure	Principe	Efficience
Séparation hydrogravimétrique ⁵ (annexe 9)	Séparation spécifique par gravité	La séparation de seulement deux ou trois plastiques est efficace ; effet de séparation faible; les charges perturbent le processus
Séparation centrifuge	Séparation spécifique par gravité	Pureté entre 95 % et 99,9 %
Flottation (annexe 9)	Ajout sélectif de bulles d'air dans les milieux aqueux	Ajout des réactifs nécessaires, faible efficience, les additifs et les charges perturbent le processus
Séparation par flottation en utilisant des dépresseurs sélectifs ⁶ (annexe 9)	Quatre plastiques, les PVC, PC, POM et PPE, peuvent être séparés en utilisant des agents courants d'humification, comme le lignosulfonate de sodium, l'acide tannique, l'aérosol OT et	Pureté entre 87 et 90 %.

Procédure	Principe	Efficience
	le saponin.	
Séparation électrostatique ⁶	Utilisation d'une charge électrostatique dans des champs électriques pour séparer le PVC et le PE des fils et des câbles	Pureté supérieure à 90 %, processus perturbé par les contaminants
Spectrométrie mid-infrarouge ⁷	Onze catégories de plastiques, les PE, PP, PVC, ABS, PC, PA, PBT, PPE et EPDM, sont distingués. Spectroscopie par réflexion 2.5-50µm, stimulation d'oscillations groupées	Bonne identification des plastiques techniques, mais une longue préparation de l'échantillon est requise. En outre, processus non automatique, qui prend du temps (>20s/analyse)
Spectrométrie proche infrarouge	Séparation du PET, PVC, PP, PE et PS (spectroscopie par réflexion 800-2500 nm, stimulation d'oscillations harmoniques et oscillations combinées)	Bonne identification des plastiques d'emballage, le processus est perturbé par les charges (suie), les revêtements de surface, la géométrie de l'échantillon; cette technique ne permet pas d'identifier les polymères noirs et les additifs
Spectroscopie laser-plasma, complétée par la spectrométrie proche infrarouge ⁸	Cette technique consiste à focaliser un faisceau laser à pulsion sur les plastiques, ce qui produit un flash en raison de la forte densité. L'impulsion génère un plasma à forte densité dans lequel tous les éléments atomiques du volume visé sont excités	
Spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) ⁷		Fonctionne sur tous les plastiques, mais de longs temps de mesure sont nécessaires pour les plastiques noirs en raison de la préparation et de la mesure de l'échantillon
Spectrométrie UV-Visible (UV-Vis) ⁵	Spectrométrie par réflexion de 200-400nm, stimulation des vibrations atomiques et des transitions d'électrons	Faible efficacité pour l'identification des polymères, forte influence des additifs (teintures) difficile à automatiser
Spectroscopie par excitation des photoélectrons ⁵	Séparation des PET, PVC, PP, PE et PS. Spectroscopie d'émission atomique, laser plasma/réaction à l'impulsion thermique/thermographie IR	Faible efficacité pour l'identification des polymères, identification des mélanges hétéroatomiques, automatisable en principe
Fluorescence X ⁹	Présence d'éléments indiqués par des spectres de rayons X utilisés comme méthode d'excitation	Faible identification des polymères, identification des éléments, difficile à automatiser, efficace seulement pour la séparation des PVC des plastiques PETE
Balayage optique ⁹	Utilisé comme méthode d'excitation Inspection optique à l'aide d'une machine de vision avec photodiode ou dispositifs de transfert de charge (DTC)	Utile pour le tri des plastiques en fonction de leur transparence et de leur couleur, mais ne permet pas l'identification chimique des polymères
Spectrométrie de masse ⁵	Détection par la spectrométrie de masse des produits pyrolytiques	Demande beaucoup de temps (> 1 minute), faible effet de séparation,

Procédure	Principe	Effizienz
Séparation électrostatistique⁶	<ul style="list-style-type: none"> - Séparation des PVC, des fils et des câbles, - Séparation des PVC et des PET des déchets de bouteilles 	difficile à automatiser

Les produits électriques et électroniques sont souvent des assemblages complexes de métaux et de plastiques. La séparation des plastiques et des métaux demande une forte quantité de travail mais est assez simple.

Certains mélanges de matériaux broyés peuvent facilement être séparés en utilisant des bassins de séparation hydrogravimétrique. Ainsi, les granulés de PVC, qui coulent dans l'eau, peuvent être séparés des granulés de polyéthylène ou de polypropylène, qui flottent. Les granulés de PET peuvent être séparés de la même façon des granulés de polyéthylène ou de polypropylène. Le PVC et le PET ne peuvent être séparés de cette manière car ils ont des densités très semblables et la séparation des articles en plastiques d'origine est la seule méthode possible. Les mélanges de films broyés sont plus difficiles à séparer par des méthodes de gravimétrie.

Etant donné que ces technologies sont coûteuses, leur application peut se heurter à des contraintes économiques. Certaines d'entre elles sont déjà bien établies et disponibles, alors que d'autres n'en sont que dans les premières phases de développement.

7.3 Recyclage mécanique

Tous les polymères peuvent être recyclés avec succès dans d'autres applications sans incidence significative sur l'environnement. On trouvera dans l'appendice 7A un descriptif des polymères et copolymères. Une fois que les produits à recycler ont été nettoyés et broyés, le processus est à peu près le même que pour la production de plastiques à partir de matières premières.

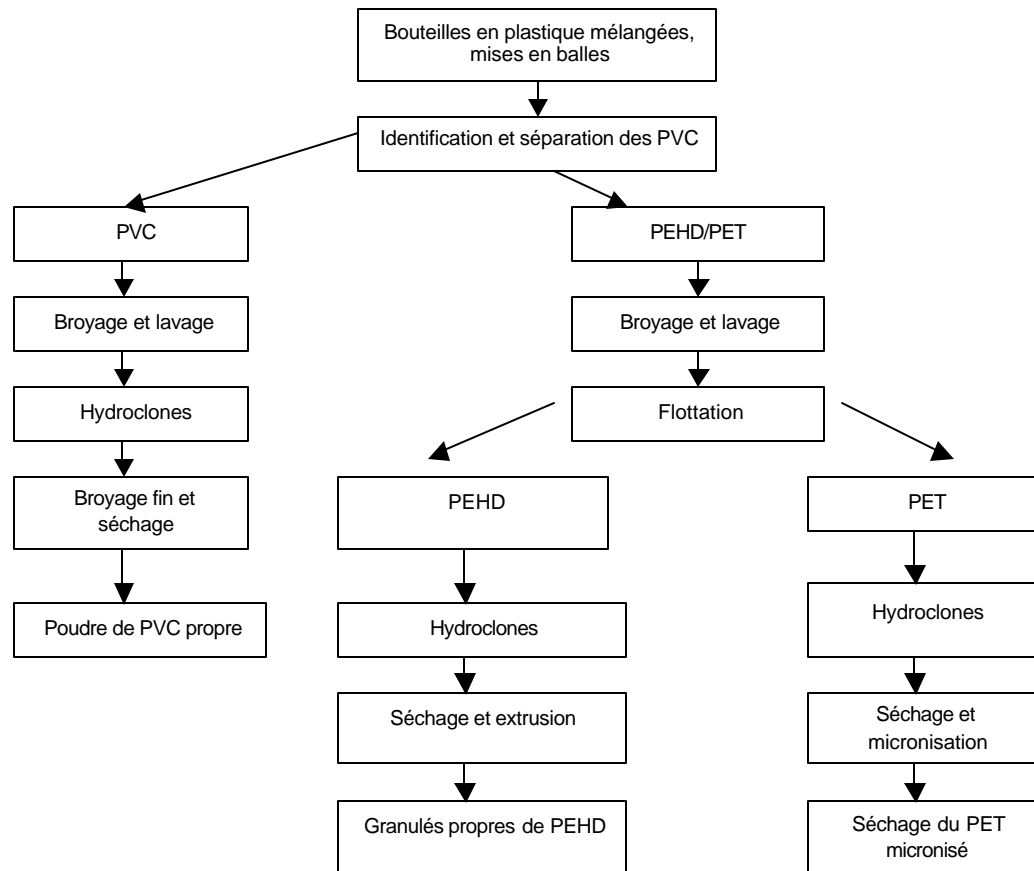
Les taux de recyclage sont les plus élevés lorsqu'il y a une offre régulière de gisements de déchets propres et mono-matériau. Les déchets polymères ne peuvent être transformés de manière satisfaisante que par des entreprises ayant une expertise dans le mélange des polymères avec des additifs. Certains mélanges de polymères peuvent être traités ensemble, alors que d'autres ne sont pas compatibles.

7.4 Le recyclage des plastiques dans la pratique

Recyclage des bouteilles en plastique

Les bouteilles en plastique sont généralement produites à partir de l'un des trois polymères suivants : PVC, PET ou PE-HD. Pour recycler de façon viable les millions de bouteilles arrivant dans les flux de déchets, la séparation automatique en différents groupes de polymères a été un objectif des travaux de recherche. Ces processus de séparation automatique fonctionnent maintenant dans plusieurs pays d'Europe. Le graphique 2 donne un exemple d'un séparateur pour les différents types de plastiques :

INSTALLATION DE RECYCLAGE DES BOUTEILLES EN PLASTIQUE



Graphique 2. Séparation des plastiques mélangés dans une installation automatisée de recyclage des bouteilles

Polyéthylène à haute densité (PE-HD)

Le PE-HD est utilisé pour la fabrication de films, de bouteilles et de récipients. Les films de PE-HD provenant des emballages commerciaux et industriels sont recyclés mais les films utilisés pour les sachets et les sacs de supermarchés ne le sont pas. Les matériaux utilisés pour les bouteilles et les conteneurs sont recyclés soit pour la fabrication de nouvelles bouteilles soit pour la fabrication de conteneurs beaucoup plus grands, comme les cuves pour la récupération de l'eau de pluie et les poubelles à compost. Les produits recyclés en granulés fins sont aussi utilisés dans des processus de moulage par rotation ou pour fabriquer des petits et grands conteneurs. En Europe de l'Ouest, en 1999, le PE-HD a représenté 18 %¹⁰ de l'ensemble des déchets provenant des emballages plastiques post-utilisation qui ont été mécaniquement recyclés, soit l'équivalent de 329 000 tonnes.

Polyéthylène à basse densité (PE-BD, PE-LBD, PE-X)

Le PE-BD est utilisé en grande quantité pour la fabrication d'emballages et de films agricoles. Les films en PE-BD récupérés des emballages industriels servent le plus souvent à fabriquer de nouveaux films. Les déchets propres de haute qualité trouvent une application dans la fabrication de sacs de supermarchés alors que les matériaux de faible qualité sont utilisés pour les sacs poubelles. Les déchets de PE-BD venant d'applications agricoles sont utilisés pour produire de nouveaux films agricoles. Certains films de PE-BD sont utilisés dans la production de palettes en plastiques mélangés, de murs antibruit et de revêtements de sols pour parkings. Quelque 45 %¹⁰, soit 823 000 tonnes, des emballages plastiques

post-utilisation recyclés en 1999 en Europe de l'Ouest étaient des PE-BD ou PE-LBD (polyéthylène linéaire à faible densité).

Le PE-BD est aussi utilisé pour l'isolation et le gainage des câbles. Les déchets de la production de câbles ou de câbles en fin de vie¹¹ peuvent être triés en types de polymères et métaux conducteurs. Le PE-BD récupéré peut être remélangé avec des pigments et des additifs et utilisé pour la fabrication de murs antibruit, profilés d'ameublement, petits conteneurs, pots à fleurs, etc.

Le gainage et l'isolation des câbles en PE-BD sont parfois réalisés chimiquement et parfois par radiation de façon à relier les molécules de polymère ensemble et à améliorer ainsi la résistance à l'abrasion. Le matériau s'appelle alors du polyéthylène réticulé (PE-X) et ne peut être recyclé de façon mécanique. Il peut être utilisé pour la valorisation énergétique dans des incinérateurs autorisés ou faire l'objet d'un recyclage matière.

Le PE-LBD est utilisé essentiellement pour l'emballage industriel et l'emballage pour les livraisons. Il peut être recyclé dans les mêmes applications lorsqu'il se trouve dans un gisement séparé. Il peut aussi être utilisé pour des produits fabriqués à partir de plastiques mélangés.

Polyester (PET- Polyéthylène téréphtalate)

La principale utilisation hors fibres du polyester est la fabrication de bouteilles pour l'eau, les boissons non alcoolisées et les produits alimentaires. Certains matériaux peuvent venir de la production et de la transformation des polymères, mais la plupart des déchets de PET destinés au recyclage viennent du flux de résidus urbains. Des processus bien établis sont désormais fonctionnels dans plusieurs Parties pour extraire et trier les bouteilles en PET des autres déchets et pour les nettoyer et les transformer en granulés en vue du recyclage. Le principal débouché des PET recyclés est la production de fibres, soit sous la forme de fils fins pour la fabrication de tricots soit sous la forme de fils plus épais pour le rembourrage d'isolation.

Le PET contaminé par d'autres polymères ne peut être recyclé mécaniquement mais peut être utilisé dans le recyclage matière. En Europe de l'Est, en 1999, quelque 12 %¹⁰, soit 219 000 tonnes, des déchets d'emballages plastiques post-utilisation recyclés étaient des PET.

Polypropylène (PP)

Le polypropylène est utilisé pour les moulages industriels et automobiles, les tuyaux, les grands et petits conteneurs, les caisses à bière, les films d'emballage, etc. Si les films ne sont généralement pas récupérés dans le flux général de déchets, les conteneurs, caisses à bière, moules et tuyaux sont facilement recyclés dans des applications similaires ou d'autres applications comme les tuyaux de drainage agricoles. En 1999, l'Europe de l'Ouest a recyclé mécaniquement près de 169 000 tonnes¹⁰ de déchets de propylène post-utilisation.

Polystyrène (PS)

Le polystyrène peut se présenter sous une forme solide et sous une forme expansée. Sous sa forme solide, il est utilisé pour l'emballage, la fabrication de tasses et d'assiettes ainsi que dans les matériels électriques et les cassettes d'enregistrement. Sous sa forme expansée, il permet de fabriquer des emballages, tasses et assiettes résistants aux chocs et des composants pour la construction et l'isolation thermique. Les deux formes de PS peuvent être recyclées :

- les composants en polystyrène solide comme les tasses de café peuvent être recyclés dans des applications comme les casiers de cassettes vidéo, le matériel de bureau, etc.;
- les déchets de mousse de polystyrène expansé perdent leurs caractéristiques alvéolaires dans le cadre du processus de récupération. Le matériel récupéré peut être retransformé en mousse par gazéification mais le produit est alors plus expansé que le matériel vierge. Il est utilisé plutôt sous une forme solide dans les applications de moulages classiques comme les vidéo-cassettes et les cintres;

- les déchets de polystyrène expansé et solide ont été efficacement recyclés sous la forme de poutres en plastique extrudé.

En 1999, les déchets d'emballage post-utilisation en PS ayant fait l'objet d'un recyclage mécanique en Europe de l'Ouest ont totalisé 107 000 tonnes¹⁰.

Fluoropolymères

Le PTFE et ses copolymères se trouvent souvent sous la forme de petits composants dans des applications spécifiques complexes, comme le matériel électronique, les transports (véhicules routiers, trains et avions) ou bien de revêtements fins sur des tissus et bandes métalliques enroulées. Le PTFE est utilisé en grandes quantités dans des applications chimiques et végétales et peut être recyclé s'il n'est pas dégradé. Lorsque du PTFE de qualité correcte peut être récupéré en quantités suffisantes pour justifier un recyclage, il devrait être envoyé vers des spécialistes du recyclage (voir appendice 5). Les fluoropolymères ne peuvent être recyclés que dans un nombre limité d'installations spécialisées¹², mais, comme la plupart des autres polymères, ils peuvent être retraités par des méthodes d'extrusion normales par des entreprises spécialisées dans le moulage ne disposant pas d'une technologie très différente de celle utilisée pour les plastiques vierges. Un très important marché existe pour le PTFE récupéré en tant qu'additif à faible friction dans d'autres matériaux. Les fluoropolymères ne devraient être incinérés que dans des fours d'incinération autorisés. Les matériaux non recyclables doivent de préférence être envoyés vers des incinérateurs autorisés qui récupèrent aussi l'énergie. Lorsque l'évacuation se fait vers des décharges autorisées, ces matériaux ne présentent pas de risques car ils sont inertes.

Chlorure de polyvinyle (PVC)

Différentes qualités de ce matériel sont produites qui offrent toutes des possibilités de recyclage. Etant donné qu'un grand nombre d'applications du PVC ont des durées de vie utiles longues, seules des petites quantités sont aujourd'hui disponibles pour le recyclage, encore que ces quantités soient appelées à s'accroître à l'avenir. En 1999, l'Europe de l'Ouest a recyclé mécaniquement quelque 540 000 tonnes¹⁰ de déchets d'emballages en PVC et d'autres produits en PVC post-consommation. Quelques exemples sont donnés ci-après :

- les déchets de bouteille en PVC-U peuvent être incorporés dans des PVC-E rigides expansés jusqu'à concurrence de 100 % de la fraction de PVC lorsque les niveaux de l'agent d'expansion, du stabilisant et du pigment sont ajustés de façon appropriée;
- les déchets des bouteilles en PVC-U peuvent aussi être moulés en tuyaux et raccords et peuvent être incorporés dans la fabrication de conduites à parois multiples pour le drainage;
- les déchets de bouteille en PVC-U peuvent être utilisés dans des processus de tissage pour fabriquer des fibres pour l'habillement;
- les conduites et les profilés de fenêtres en PVC peuvent être recyclés dans des applications similaires aussi longtemps que le contenu en stabilisants de chaleur est ajusté au niveau utilisé dans les premières applications. Le matériau provenant de profilés de fenêtres mis au rebut se prête probablement mieux à une utilisation pour la partie interne des nouveaux profilés de fenêtres, qui doivent être revêtus de matériau vierge. Les conduits et les raccords extrudés peuvent être recyclés sans modification pour la fabrication des mêmes matériaux;
- le PVC-U venant des châssis et claviers d'ordinateur peut être réutilisé pour des applications identiques aussi longtemps que le PVC-U est totalement séparé du reste des matériaux de l'ordinateur et que la couleur est réajustée;
- le PVC-E rigide peut être recyclé dans son application initiale s'il est mélangé avec du matériau vierge;
- les déchets issus de la production d'isolants des câbles plastifiés en PVC-P¹¹ peuvent être séparés des câbles complets. Les câbles mis au rebut peuvent être granulés et triés en séparant le métal des polymères. Le PVC peut être recyclé pour la fabrication de carrelages industriels, tapis pour véhicules automobiles, semelles de chaussures, pare-boue pour automobiles, parois antibruit et tuyaux pour le jardinage. Les déchets de câbles peuvent être incinérés dans des incinérateurs autorisés de façon à ne laisser que le métal conducteur. Seuls quelques incinérateurs de ce type ont été autorisés dans le monde ;

- les carrelages en PVC¹³ peuvent être recyclés pour la fabrication de nouveaux carrelages ou de supports de tapis, après nettoyage et granulation;
- les membranes PVC pour toitures¹³ peuvent, à la fin de leur durée de vie utile, également être recyclés pour la fabrication de nouvelles membranes, après nettoyage et granulation.

Les quantités de PVC recyclé dans de nouvelles applications en PVC sont limitées par des contraintes techniques, économiques et logistiques¹⁴. Du point de vue technologique :

- chaque application en PVC a sa propre composition spécifique;
- pour chaque application, le compound peut différer en fonction du producteur ou du transformateur et peut varier au fil du temps (en particulier pour les applications ayant une longue durée de vie utile, comme les encadrements de fenêtres et les conduites).

Les contraintes économiques tiennent aux coûts de la collecte, du pré-traitement et du recyclage. Pour les déchets post-consommation, en particulier, les coûts de collecte et de pré-traitement dépassent les coûts des autres options de gestion des déchets comme l'incinération et la mise en décharge. Il convient de noter que des contraintes économiques du même type s'appliquent également aux autres types de déchets plastiques.

Les contraintes logistiques tiennent au fait que certains matériaux en PVC, en particulier ceux présents dans les déchets post-consommation, sont générés en petites quantités à partir de sources géographiquement dispersées. Cela est appelé à changer car davantage de déchets en PVC seront générés lorsque les biens en PVC ayant un long cycle de vie seront mis au rebut dans les années à venir.

Ces contraintes technologiques, économiques et logistiques concernent essentiellement les déchets post-consommation. Elles sont plus faciles à surmonter pour les déchets de production, où les taux de recyclage sont beaucoup plus élevés que pour les déchets de consommation.

Il vaut mieux recycler séparément les déchets en PVC plastifié et non plastifié afin d'obtenir des produits de haute qualité. Pour les applications dans les produits remplaçant le bois d'œuvre ou le béton, des mélanges de déchets en PVC et d'autres polymères sont acceptables.

La présence de petites quantités de polyoléfinés (comme le PE et le PP) n'affectent pas sensiblement la qualité des produits en PVC recyclé. Cependant, la présence de PET ou de caoutchouc dans les déchets plastiques riches en PVC peut conduire à un PVC recyclé de mauvaise qualité.

Plastiques contenant des éthers de polybromodiphényles (PBDE)

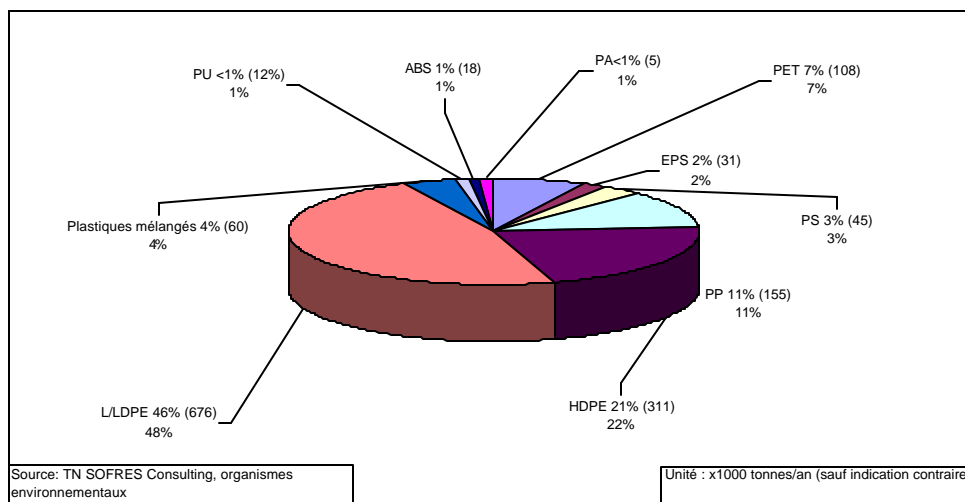
Les déchets plastiques contenant des PBDE devraient être éliminés des processus de recyclage des matériaux en raison du risque de rejets de dioxines et de furannes. Ces déchets plastiques devraient plutôt être traités dans des installations de recyclage matière ou dans des incinérateurs autorisés, dans des conditions contrôlées et avec valorisation énergétique (voir aussi chapitre VIII ci-après).

Recyclage des déchets de polymères mélangés

Les déchets de plastiques mélangés devraient de préférence être triés en gisements séparés par des procédés adaptés, en tenant compte de la consommation d'énergie et de l'effort technique requis. Les produits triés devraient être recyclés séparément.

Les déchets de plastiques mélangés, séparés du flux de résidus urbains, sont difficiles à fractionner en différentes catégories de plastiques, mais il a été possible de produire un mélange nettoyé qui peut être extrudé ou moulé pour la fabrication de divers substituts de composants en bois d'œuvre ou en béton. Ces produits ont des applications pour lesquelles la résistance aux intempéries, à la corrosion et à la putréfaction est importante, notamment les tables de pique-nique, les parois antibruit, les renforts de berges, les clôtures, etc.

On trouvera dans le graphique 3 une vue d'ensemble des quantités de plastiques recyclés en Europe de l'Ouest.



Graphique 3. Recyclage mécanique des déchets plastiques post-utilisation, par résine, Europe de l'Ouest, 1997

7.5 Le recyclage matière

Dans le recyclage mécanique, on utilise le polymère tel quel pour fabriquer de nouveaux produits en polymère. Il est aussi possible d'incorporer les plastiques dans un ensemble de processus tirant parti des propriétés chimiques essentielles des déchets plastiques mélangés pour récupérer la valeur. Ces processus sont généralement appelés «recyclage matière» et «recyclage chimique». Les technologies utilisées sont notamment l'extrusion/dégradation, la pyrolyse, l'hydrogénation, la gazéification, l'incinération avec récupération du HCl, l'incorporation en tant qu'agent réducteur dans les hauts fourneaux, la glycolyse, l'hydrolyse et la méthanolyse. Actuellement, quelques 70 initiatives de ce type ont été développées¹⁵. Dans le présent document, toutes ces technologies sont désignées par l'expression «recyclage chimique». Le principe de base de la thermolyse est illustré dans le graphique 4.

La plupart de ces technologies sont développées de façon à traiter une grande diversité de plastiques en un seul processus générant des matières premières de la même qualité que les matières vierges et visent en général la récupération des composés organiques du plastique. Certaines d'entre elles sont expressément conçues pour traiter les déchets en PVC. Ces technologies ont essentiellement pour objet de récupérer du chlore sous une forme utile et certains de ces processus permettent également la séparation des métaux lourds¹. Ces processus n'en sont que dans les premières phases de leur développement et de leur commercialisation. Certaines difficultés économiques ont été rencontrées par les entreprises qui ont tenté d'utiliser les dernières technologies disponibles pour le recyclage chimique des déchets plastiques contenant des PVC.

La récupération chimique peut revêtir deux formes différentes :

- premièrement, l'objectif peut être de retravailler les composants chimiques de base des matériaux en plastique pour une réutilisation dans l'industrie chimique. Les déchets plastiques sont dépolymérisés soit en monomères (chemolyse), qui peuvent être utilisés à nouveau directement pour la polymérisation, soit en matières premières chimiques à plus faible poids moléculaire (thermolyse ou craquage), qui peuvent être utilisées, comme le pétrole naturel, dans des réactions chimiques, notamment la reproduction de polymères;

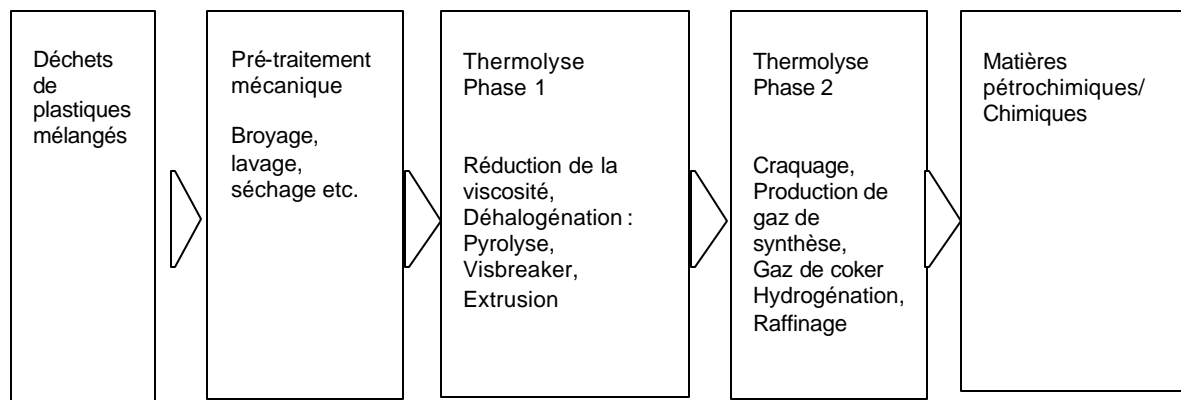
¹ Pour plus d'informations, consulter l'étude du Danemark.

- deuxièmement, dans la production de fer, les propriétés chimiques réductrices des déchets plastiques peuvent être utilisées en complément du coke dans les hauts fourneaux. L'utilisation de 100 000 tonnes de déchets plastiques dans les hauts fourneaux en Allemagne en 1996 montre les possibilités existant dans ce domaine. Au Japon, a été faite la démonstration d'un procédé plus avancé, avec une capacité de 5 000 à 8 000 tonnes par an. Dans ce cas, des plastiques mélangés riches en PVC sont pyrolysés dans un four rempli d'azote. Les produits sont de l'acide chlorhydrique et du résidu charbonneux pour le haut fourneau. Un processus de pyrolyse identique peut être appliqué dans la production de ciment. Une installation pilote a été testée et est fonctionnelle pour charger de l'acide chlorhydrique dans un processus d'oxy-chloration du chlorure de vinyle monomère.

Le recyclage chimique peut être une option viable pour les flux de déchets lorsque le recyclage mécanique est problématique en raison d'impuretés ou exigerait des opérations supplémentaires de tri coûteuses¹⁵.

Un déchet plastique ne devrait pas être transféré à destination d'une autre Partie pour le recyclage matière sauf si cette Partie dispose d'une usine de recyclage bien développée, conforme aux règlements locaux.

Graphique 4. - Recyclage chimique (thermolyse) des déchets plastiques - principes de base (APME)



Les technologies de recyclage chimique génèrent généralement des quantités relativement faibles de résidus. La production de matières premières pour les processus de production chimique génère habituellement des scories venant des matériaux inertes présents dans les déchets plastiques et les gâteaux de filtration issus du traitement des eaux usées. L'utilisation des déchets plastiques dans la production de fer ne génère pas de résidus spécifiques autres que ceux normalement générés par cette production.

Certains processus ont des critères de tolérance spécifiques pour le contenu en cendres des déchets, afin de réduire la quantité de scories générées.

Les métaux lourds se trouvant dans les déchets plastiques, comme ceux utilisés comme stabilisants pour les PVC, finissent dans les gisements de déchets ou, dans le cadre de la production sidérurgique, sont inclus dans l'acier. Dans la production sidérurgique, les métaux lourds venant des déchets plastiques ne sont généralement pas la principale source de métaux lourds en raison du pourcentage relativement faible des apports de plastiques dans ce processus.

7.6 Principales entraves à la collecte et au recyclage des déchets plastiques

Plusieurs facteurs font obstacle au développement du secteur du recyclage des déchets plastiques, dans les pays développés comme dans les pays en développement. Le tableau 7 indique les principaux obstacles à la collecte et au recyclage pour chacune des sources de déchets plastiques en Europe de l'Ouest. Il fait apparaître que la principale source de déchets plastiques du point de vue quantitatif, les RUS, est aussi celle pour laquelle la collecte et le recyclage rencontrent le plus grand nombre d'obstacles.

Tableau 7 - Principaux obstacles à la collecte et au recyclage des déchets plastiques

Obstacles	1	2	3	4	5	6
Dispersion géographique des déchets	A	C	C	B	B	A
Difficulté d'identification des polymères	A	C	B	C	B	A
Difficulté de démantèlement/désassemblage	C	C	A	C	A	A
Contamination	A	C	B	B	B	B
Produits multiplastiques	A	C	B	C	B	C
Contenu en additifs	C	C	C	C	B	B

1. Résidus urbains solides
2. Distribution
3. Déchets automobiles
4. Agriculture
5. Electricité et électronique
6. Construction/démolition

- A. Obstacles critiques
- B. Obstacles majeurs, mais ne s'appliquant pas nécessairement à tous les types de déchets de la source en question
- C. Obstacles mineurs ou pas d'obstacles

Source : Eléments d'une gestion efficace des déchets plastiques dans l'Union européenne. Objectifs et instruments pour l'an 2000

Perspective technologique

Comme indiqué dans les sections précédentes, le développement de technologies appropriées contribuera au renforcement du secteur de recyclage des déchets plastiques. Ces technologies sont récapitulées dans le tableau 8 ci-après.

Tableau 8. -Vue d'ensemble des technologies de recyclage des déchets plastiques

Technologies	I.Secteurs d'innovation	II.Type de déchets	III.Incidence sur le secteur du recyclage
RECYCLAGE MECANIQUE			
<i>Identification et prix</i>	Méthodes d'identification : infrarouge, détection optique, rayons X, chromatographie. Méthodes de séparation : densimétrique, thermique et électrostatique.	Déchets plastiques propres (essentiellement une seule résine) grâce à la collecte sélective	Amélioration du tri du produit et de la qualité du produit trié
<i>Traitement</i>	Technologie de l'extrusion adaptée au recyclage et à l'amélioration de la qualité de la résine recyclée	Déchets plastiques propres (essentiellement une seule résine) grâce à la collecte sélective	Amélioration de la qualité de la résine recyclée = augmentation du nombre d'applications pour les produits recyclés, accroissement des quantités et diminution des coûts de traitement
RECYCLAGE CHIMIQUE			
<i>Recyclage matière</i>	Pyrolyse pré-traitement, hydrogénation, gazéification	Plastiques mélangés (faibles niveaux de contamination)	Améliorations de l'acceptabilité des déchets et des méthodes de traitements = Augmentation de la quantité de déchets recyclables grâce au recyclage chimique et Diminution des coûts de traitement
<i>Chemolyse (production de monomères)</i>	Méthanolyse, glycolyse, hydrolyse, saponification	Déchets plastiques propres (essentiellement des résines seules) grâce à la collecte sélective	Débouchés illimités pour les plastiques triés par résine et production de monomères de haute qualité
VALORISATION ENERGETIQUE			
	Combustion de déchets plastiques seuls ou mélangés à d'autres substances ; combinaison du recyclage chimique avec l'utilisation de l'énergie dégagée par le processus	Déchets plastiques avec ou sans contamination	Possibilités accrues de valorisation énergétique

Source : Eléments d'une gestion efficace par rapport aux coûts des déchets plastiques dans l'UE, CE, 1997.

8. Valorisation énergétique à partir des déchets plastiques

Si certains déchets plastiques peuvent être recyclés de façon bénéfique pour l'environnement, une grande partie d'entre eux sont composés de petits objets dispersés parmi d'autres matériaux. La séparation et le nettoyage de ces déchets en vue du recyclage peuvent représenter une charge plus lourde du point de vue de l'écologie que tout autre opération de recyclage, même avant la prise en compte des coûts économiques. En outre, le processus de recyclage peut produire des résidus qu'il sera impossible de recycler.

Si le recyclage ne peut être justifié, la valorisation énergétique¹⁶ peut être un moyen efficace par rapport aux coûts de récupérer la valeur intrinsèque des ressources. Il convient de noter, cependant, que même si une certaine quantité d'énergie est récupérée l'énergie requise pour produire le plastique est perdue. Pour certains types de plastiques, le montant de l'énergie nécessaire pour produire le matériau est du même ordre de grandeur que leur pouvoir calorifique à l'incinération.

Les plastiques ont en général un fort pouvoir calorifique (voir tableau 9 ci-après). Même ceux contenant des halogènes ont un pouvoir calorifique semblable à celui du papier et du carton. En revanche, l'incinération peut conduire à la génération de grandes quantités de résidus du lavage des gaz de combustion (voir tableau 10). Lorsqu'ils sont mélangés à d'autres déchets, les plastiques facilitent l'incinération des déchets humides ou putrescibles.

Les recherches et la pratique¹⁷ au cours des dix dernières années ont montré de façon concluante que, dans des conditions opérationnelles strictes, les déchets plastiques, même lorsque le mélange est riche en PVC, peuvent être incinérés de façon sûre et efficace (voir ci-après). Une combustion constante à haute température permet de récupérer le maximum d'énergie du combustible et assure une décomposition complète des composés organiques toxiques. La méthode la plus efficace de valorisation énergétique (jusqu'à 85 %) est l'incinération des déchets de façon à former de la vapeur à haute pression pour la production d'électricité, de la vapeur à faible pression pour l'usage industriel et de l'eau chaude pour le chauffage domestique. La plupart des installations de valorisation énergétique ne cherchent pas à procéder aux trois opérations. Au Japon fonctionnent des installations de gazéification sur lit fluidisé, dans lesquelles les résidus non brûlés, les cendres fines et les gaz sont brûlés à haute température, générant des flux séparés de mâchefer et de gaz de combustion.

Des Directives techniques sur l'incinération à terre² ont été élaborées dans le cadre de la Convention de Bâle. Ces directives font apparaître que l'incidence sur l'environnement de la valorisation énergétique en fonction du type d'incinération est fonction de quatre facteurs essentiels :

- la nature des déchets incinérés;
- le contrôle des conditions d'incinération;
- le lavage des gaz de combustion;
- l'élimination des résidus.

Nature des flux de déchets plastiques destinés à la valorisation énergétique

Les plastiques se retrouvent dans quatre types de déchets utilisés dans les processus de valorisation énergétique, chacun avec son propre pouvoir calorifique.

Les résidus urbains solides (RUS) sont considérés dans l'annexe 2 de la Convention de Bâle comme demandant un examen spécial. Il s'agit des déchets ménagers non traités et des déchets venant des magasins et des restaurants qui sont brûlés dans de très grandes installations en Europe, aux Etats-Unis et au Japon. Les RUS ont un pouvoir calorifique de seulement 10 MJ/kg et une très faible densité. Leur contenu en plastique facilite l'incinération des matériaux humides ou putrescibles dans le flux des déchets;

Les combustibles dérivés des déchets (CDD) sont produits en supprimant tous les éléments non combustibles comme les métaux, le verre et les matériaux putrescibles des RUS et en réduisant en granulés les matériaux combustibles restants. Etant donné qu'il s'agit de déchets municipaux solides traités, les CDD ont un contenu en plastique plus élevé que les RUS et en conséquence un plus grand pouvoir calorifique. Il pourrait être acceptable du point de vue écologique de transporter des CDD sur de courtes distances de l'endroit où ils ont été produits à des installations de valorisation énergétique autorisées;

Les combustibles dérivés des emballages (CDE) sont composés essentiellement des déchets de papier et de plastique dissociés des déchets généraux et transformés en granulés pour leur donner un pouvoir calorifique encore supérieur. Le transport transfrontières de ces déchets entre les Parties pourrait être acceptable du point de vue écologique s'il existe des incinérateurs autorisés et si la pratique est autorisée par les réglementations locales des deux Parties;

Les combustibles de polymères (CP) sont des déchets plastiques seuls issus des processus de recyclage ou séparés du flux général de déchets, traités pour donner un combustible d'un contenu en polymères et d'un pouvoir calorifique spécifiques. Le transport transfrontières de combustibles polymères peut être acceptable si les incinérateurs autorisés sont disponibles et si les réglementations des deux Parties le permettent. Un grand nombre d'incinérateurs ne sont pas conçus pour supporter les températures générées lorsque des combustibles d'un pouvoir calorifique aussi important sont utilisés seuls et ces combustibles doivent donc être dilués avec des matériaux ayant un pouvoir calorifique moindre.

Aussi bien les PDF que les PF peuvent être issus de l'industrie ou de la distribution, ou encore des municipalités dans le cadre de systèmes de collecte par apport volontaire et au porte à porte.

Tableau 9 : Pouvoir calorifique des déchets plastiques, des mélanges et des combustibles traditionnels

Polymères isolés/combustibles	Pouvoir calorifique net (MJ/kg)
PE-BD/PE-HD	45
PP	45
PS	41
ABS , Pétrole	40
Charbon	25
PET	23
PVC	22
PDF	20
RDF	15-17
Déchets municipaux solides, Bois	8-10
Mélanges (PF)	
PE-BD/PP/PE-HD (emballages alimentaires)	45
PP/ABS/PE-HD (ordinateurs)	43
PE-BD/PP/PVC (emballages mixtes)	37
PP/PE-BD/PVC (emballages non alimentaires)	37
PU/PP/PVC/ABS (pare-chocs/réservoirs de carburant)	33

Contrôle des conditions d'incinération

Les déterminants essentiels d'une incinération à faibles émissions sont la conception des installations et la surveillance des principaux paramètres. Les paramètres de fonctionnement comme les niveaux d'oxygène, le temps de séjour et la température de combustion sont la clé d'un fonctionnement sûr et efficace.

Les conditions nécessaires à l'incinération optimale des matériaux sont les suivantes :

- forte température de 850°C à 1 100°C pour les déchets d'hydrocarbures et de 1 100°C à 1 200°C pour les déchets halogénés.
- un temps de séjour suffisant des gaz dans l'incinérateur. La législation de l'Union européenne exige un minimum de deux secondes;
- une bonne turbulence;
- un excédent d'oxygène.

Le rôle joué par les polymères chlorés dans la formation de dioxines dans les incinérateurs de déchets a fait l'objet de beaucoup de controverses. Il a été démontré que la suppression des polymères chlorés des déchets mélangés ne conduit pas à une réduction correspondante de la formation de dioxines et que, même si tous les PVC sont supprimés des déchets mélangés, le chlore restant est suffisant pour former des dioxines à des niveaux justifiant un traitement des gaz de combustion¹⁸.

La combustion des plastiques contenant des ignifugeants bromés pose un problème particulier. L'une des principales raisons de la controverse entourant actuellement les retardateurs de flammes bromés, et en particulier les PBB et les PBDO, est la formation possible de dioxines et de furannes durant la combustion aussi bien des ignifugeants bromés eux-mêmes que des matériaux en contenant.

Lavage des gaz de combustion

Les gaz en refroidissement venant des chambres de combustion des incinérateurs contiennent une diversité de matériaux comme le dioxyde de carbone, le dioxyde de soufre, le chlorure ou le fluorure d'hydrogène et des poussières. Tous les matériaux toxiques organiques formés dans les gaz de combustion en refroidissement sont vraisemblablement absorbés à la surface des particules de poussière. Il est indispensable de filtrer la poussière des gaz et cette filtration est normalement réalisée avec des filtres fins en tissu. Les incinérateurs modernes ont pu fonctionner régulièrement avec des émissions de dioxines bien inférieures à 0,1 nanogramme/m³ (voir glossaire), niveau demandé par certains gouvernements (voir annexe 8 pour les normes d'émission à appliquer dans l'Union européenne). Cela exige généralement de nouveaux équipements de lavage des gaz, notamment des systèmes de nettoyage au charbon actif ou munis de catalyseurs spéciaux.

Les dernières normes en matière d'émissions exigent que le dioxyde de soufre, le fluorure d'hydrogène et le chlorure d'hydrogène soient aussi être supprimés des gaz de combustion (voir annexe 8). Pour ce faire, on peut susciter une réaction des gaz soit avec de l'alcali solide humide, soit avec des solutions alcalines, soit avec de l'eau seule, suivant l'emplacement de l'incinérateur. Neutraliser les gaz acides avec de la chaux humide produit un déchet solide qui doit être déposé dans une décharge autorisée¹⁹. Neutraliser les gaz acides avec du bicarbonate de soude aboutit à une solution saline de laquelle les sels peuvent être recyclés sous certaines conditions. Absorber les gaz acides dans l'eau aboutit à une solution permettant de traiter ces gaz à des fins commerciales. Il n'existe que quelques rares installations de récupération de ce type.

Le PVC est une source importante de chlore dans les RUS. Dans l'Union européenne, 50 % en moyenne du chlore dans les flux de déchets municipaux solides incinérés viennent des PVC (la fourchette se situe entre 38 et 66 %). Durant l'incinération, le chlore (y compris le chlore des PVC) est transformé en acide chlorhydrique qui doit être neutralisé afin de respecter les normes d'émission. Par exemple, la norme d'émission pour le HCl dans l'Union européenne est de 10 mg/nm³ (voir annexe VII). Après la neutralisation, un résidu de réaction est laissé par le lavage des gaz de combustion. Le tableau 10 donne

une vue d'ensemble du montant par kilo de PVC d'agents de neutralisation nécessaires et du montant des résidus générés dans les différents systèmes de lavage des gaz de combustion²⁰.

Tableau 10 : Agent de neutralisation utilisé et résidus produits dans l'incinération de déchets de PVC

Système de lavage des gaz		Voie sèche		Voie semi-sèche	Voie humide	Voie semi-humide-humide
		Chaux	Bicarbonate	Chaux	Chaux	Chaux
Agent de neutralisation (AN)		Chaux	Bicarbonate	Chaux	Chaux	Chaux
Kg AN Par kg PVC	Min	0,52	0,62	0,44	0,29	0,29
	Max	1,11	1,32	0,94	0,61	0,61
	Moyenne	0,94	1,12	0,79	0,52	0,52
Kg de résidus par kg de PVC	Min	0,78	0,46	0,70	0	0,54
	Max	1,65	0,97	1,48	0	1,15
	Moyenne	1,40	0,82	1,26	0	0,98
Rejets liquides (matières sèches) (kg par kg de PVC)		0	0	0	0,42 – 0,88	0

Ces chiffres sont fondés sur la composition moyenne des déchets de PVC. Les PVC mous génèrent moins de résidus que les PVC rigides car ils contiennent moins de chlore.

L'achat des agents de neutralisation comme le traitement des résidus du lavage des gaz de combustion supposent des coûts.

Elimination des résidus de l'incinération

Les cendres fines issues du lavage des gaz de combustion contiennent généralement des matériaux comme des composés de métal lourd qui peuvent endommager l'environnement s'ils sont rejetés. Ces résidus doivent toujours être considérés comme dangereux et ne doivent être déposés que dans des décharges autorisées après des tests de lixiviation. Il est parfois considéré comme avantageux de stabiliser les résidus avec du ciment avant de les déposer. Les cendres lourdes se trouvant au fond des incinérateurs sont sans doute suffisamment inertes pour constituer un enrobé de substitution dans la construction de routes, mais ce caractère inerte doit être établi avant une telle utilisation.

Pour l'incinération des déchets plastiques, les Directives techniques sur l'incinération à terre doivent aussi être prises en considération. Pour l'élimination des résidus d'incinération, les Directives techniques sur la mise en décharge spécialement aménagée sont aussi pertinentes.

9. Elimination finale des déchets plastiques

Lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser les procédés de recyclage énumérés plus haut, les résidus de plastique peuvent être déposés dans des décharges autorisées¹⁹. L'incinération sans valorisation énergétique est utilisée pour réduire le volume des résidus mis en décharge, mais il est indispensable que l'incinérateur soit autorisé² et réponde aux mêmes critères écologiques que les incinérateurs utilisés pour la valorisation énergétique.

Incineration sans valorisation énergétique

Ce qui distingue essentiellement les incinérateurs ou les installations pratiquant la valorisation énergétique de ceux qui ne la pratiquent pas est que les premiers utilisent les déchets comme source potentielle d'énergie sous la forme de vapeur ou sous la forme d'électricité produite par la vapeur. Les normes d'émission peuvent être respectées par les deux types d'installations d'incinération.

Les quatre principaux facteurs pouvant avoir une incidence sur l'environnement valent pour les deux types d'incinération :

- la nature des déchets incinérés;
- le contrôle des conditions d'incinération;
- le lavage des gaz de combustion;
- l'élimination des résidus.

Etant donné que l'incinération sans valorisation énergétique ne contribue pas à économiser des ressources ou à réduire les émissions de gaz à effet de serre, elle devrait être remplacée par des procédés qui permettent de récupérer l'énergie dans toute la mesure du possible.

Mise en décharge

La mise en décharge est l'option la moins souhaitable pour la gestion des déchets plastiques car aucune des ressources représentées par le plastique n'est utilisée et parce qu'elle exige de l'espace. Cependant, c'est encore la méthode d'élimination des déchets la plus couramment utilisée dans la plupart des pays. En raison des faibles coûts de la mise en décharge, les autres options de gestion des déchets sont souvent peu attrayantes du point de vue économique.

La Convention de Bâle a mis au point des Directives techniques¹⁹ sur la mise en décharge spécialement aménagée des déchets qui présentent une ou plusieurs caractéristiques dangereuses. Ces Directives couvrent aussi la question des sites existants qui exigent un contrôle strict et souvent des mesures correctrices. Seules les décharges conformes aux dispositions des Directives de la Convention de Bâle devraient être utilisées.

Les décharges posent problème lorsque les matériaux organiques qu'elles contiennent sont fragmentés par l'action biologique et produisent du méthane inflammable. On a craint aussi que certains additifs (phtalates) utilisés dans les plastiques ne puissent s'infiltrer dans l'eau à partir de la décharge. Les pertes de plastifiants contenus dans les PVC mous ont été examinées dans beaucoup d'ouvrages²¹. Aussi bien des phtalates que leurs produits de dégradation peuvent être détectés dans le lixiviat de décharge.

Les DEHP, plastifiants les plus couramment utilisés dans le PVC mou, ont été classés par l'Agence internationale de la recherche sur le cancer dans le groupe 3 (caractère carcinogène pour les humains non classable). Le polymère de PVC lui-même est généralement considéré comme résistant dans des conditions de décharge et d'enfouissement²¹. Les stabilisants contenus dans le PVC rigide sont généralement piégés dans la matrice polymère et ne fuient pas aisément. Le PVC ne contribue donc pas de façon sensible aux volumes de métaux lourds présents dans les décharges encore que des rejets soient possibles²¹.

Bien que la lixiviation signalée de cadmium, plomb, organo-étain et phtalates à partir des décharges soit considérée comme présentant peu d'importance aussi bien pour ce qui est des quantités introduites que des quantités rejetées dans les décharges, et compte tenu de la capacité de rétention de la matrice de déchets et de la biodégradation intervenant dans cette matrice, ces rejets ne sont contrôlables que si les décharges sont équipées d'un film d'étanchéité et d'installations de traitement des lixiviats²¹.

Il importe donc également de prendre en compte les directives techniques applicables à la récupération et à l'élimination écologiquement rationnelles des déchets, notamment les Directives techniques pour l'incinération à terre et sur la mise en décharge spécialement aménagée.

10. Conclusions.

La gestion écologiquement rationnelle est définie dans la Convention de Bâle comme l'adoption de toutes les mesures possibles pour protéger la santé humaine et l'environnement des atteintes qu'ils pourraient subir du fait des déchets dangereux et des autres déchets (annexe 2 de la Convention). La gestion écologiquement rationnelle doit s'appliquer à tous les déchets, dangereux ou non.

Les présentes directives techniques fournissent des orientations générales sur l'identification, la gestion écologiquement rationnelle, la récupération et l'élimination finale des déchets plastiques. Tous les types de polymères et de plastiques ont été délibérément couverts, pas seulement ceux ayant un constituant visé dans l'annexe I de la Convention de Bâle (Y1 et Y45).

La réutilisation des plastiques peut contribuer dans une large mesure à la conservation des ressources naturelles, à la réduction de la consommation d'énergie et à la minimisation de la génération des déchets. Nombre d'applications des plastiques ont des cycles de vie utiles longs et les plastiques mis au rebut peuvent souvent être recyclés dans des deuxièmes applications. Néanmoins, la production, le traitement et l'utilisation des plastiques génèrent effectivement des déchets. Il est indispensable que ces déchets soient gérés de façon adaptée et sûre de façon à protéger la santé humaine et l'environnement.

Tous les déchets plastiques peuvent être recyclés dans des conditions de respect de l'environnement. Cependant, plusieurs problèmes se posent :

- de nombreux types de plastiques sont utilisés;
- les plastiques peuvent contenir un large éventail d'additifs;
- nombre d'objets contiennent du plastique en même temps que d'autres matériaux; et
- le tri des plastiques peut être coûteux ou techniquement difficile.

L'élimination finale des déchets plastiques est un sujet de préoccupation, comme pour tout autre déchet. Si les déchets plastiques ne peuvent pas être recyclés, ils peuvent être mis en décharge ou incinérés sous certaines conditions. L'incinération des plastiques, avec ou sans valorisation énergétique, à de fortes températures et moyennant des techniques appropriées de lavage des gaz de combustion, peut être réalisée dans des conditions respectueuses de l'environnement. L'incinération dans des conditions respectueuses de l'environnement avec valorisation énergétique doit être l'option préférée par rapport à la mise en décharge ou à l'incinération sans valorisation énergétique.

II DIRECTIVES TECHNIQUES SUR LA GESTION ECOLOGIQUEMENT RATIONNELLE DES DECHETS DE CABLES GAINES

Compte tenu des préoccupations exprimées par les Parties à la Convention de Bâle concernant le traitement des câbles mis au rebut durant le processus de récupération des métaux, il a été jugé important de faire figurer dans les Directives techniques pour l'identification et la gestion écologiquement rationnelle des déchets plastiques et leur élimination, des Directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets de câbles gainés.

1. Introduction

Des déchets de câbles et de fils isolés (ci-après dénommés déchets de câbles) sont générés partout dans le monde. Ces résidus sont constitués en moyenne pour 60 % environ par du métal et pour 40 % par du plastique. Le métal conducteur contenu dans les déchets est essentiellement le cuivre, bien que les câbles transportant de l'électricité puissent contenir de l'aluminium. Les compagnies d'électricité utilisent des câbles en aluminium isolés comme câbles de distribution extérieurs et des fils en cuivre isolés essentiellement pour la distribution d'électricité à l'intérieur. La construction, la communication, l'électronique et l'automobile utilisent généralement le cuivre comme métal conducteur.

2. Transfert de déchets de câbles entre les pays

Les déchets de câbles constituent un problème d'ampleur nationale pour tous les pays. Dans la plupart des Etats Membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), les déchets de câbles sont recyclés au niveau intérieur ; seuls 15 %, selon les estimations, de déchets de câbles sont exportés, pas uniquement en raison de l'absence d'installations nationales mais pour répondre aux lois du marché. L'Australie, le Canada, le Japon, Singapour et l'Europe de l'Ouest expédient des déchets de câbles aux pays en développement, en particulier l'Argentine, le Brésil, le Chili, la Chine, l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie, le Mexique, le Pakistan, la République de Corée, Taiwan, la Thaïlande et le Viet-Nam. Environ 30 % des déchets de câbles exportés annuellement de l'Europe, du Japon et des Etats-Unis vers les pays en développement sont réutilisés et non recyclés. Les déchets de câbles sont expédiés sur la base de classifications et de cahiers des charges largement acceptés (voir appendice 10).

Les principaux matériaux plastiques utilisés dans l'isolation des câbles sont le PVC et le polyéthylène. Aux Etats-Unis, ces plastiques sont utilisés en quantité à peu près équivalente. En Europe et au Japon, l'utilisation du PVC est supérieure à celle du polyéthylène. On trouvera dans le tableau 11 une ventilation approximative au niveau mondial des câbles gainés, par matériau de revêtement.

Tableau 11 : Utilisation des plastiques pour l'isolation des produits câblés

Plastique utilisé comme isolant dans les produits câblés, 1997			
(unité : 1 000 tonnes)			
Plastique	Amérique du Nord	Europe de l'Ouest	Japon
PVC	205	455	330
PE	205	230	155
Autres	30	10	15
TOTAL	440	695	500

3. Sources des déchets

Des déchets de câbles sont générés par les fabricants de câbles et les utilisateurs finals comme les compagnies d'électricité et de téléphone, les fabricants de matériels électroniques et électriques et les entreprises d'électricité. Il s'agit de déchets pré-consommation. En revanche, les déchets de câbles récupérés du fait du remplacement d'anciennes lignes câblées par de nouvelles ou dans le matériel électronique mis au rebut sont appelés déchets post-consommation. Les compagnies de service public, qui sont la principale source de déchets, génèrent des déchets pré-consommation lors de l'installation de nouvelles lignes et des déchets post-consommation lors du démantèlement des lignes anciennes. Ces déchets sont produits dans tous les pays, qui doivent chacun avoir prévu au niveau national des possibilités de traitement. Les matières premières étant devenues plus onéreuses et les entreprises plus soucieuses de l'environnement au cours de la dernière décennie, un grand nombre de programmes continus d'amélioration ont été mis en place pour réduire les déchets de production.

Les installations de traitement des déchets de câbles préfèrent les déchets de câbles pré-consommation, car il s'agit d'un matériau «connu». Par exemple, un fabricant de câbles électriques génère un flux de déchets qui contient généralement seulement de l'aluminium et du polyéthylène, alors que les fabricants de câbles de télécommunication génèrent souvent un flux de déchets contenant seulement du cuivre et du PVC. Les déchets post-consommation contiennent les mêmes matériaux que les déchets pré-consommation, mais ils sont plus dispersés et doivent être dissociés. Ils exigent des opérations de transport et de coordination avant de pouvoir être recyclés de façon efficace par rapport aux coûts et de façon écologiquement rationnelle.

4. Utilisation des plastiques dans la fabrication de câbles

Comme on l'a mentionné plus haut, les deux principaux plastiques utilisés dans les câbles gainés sont le PVC et le polyéthylène. Il s'agit dans les deux cas de thermoplastiques qui peuvent donc être refondus durant le recyclage.

Le PVC contient des additifs comme le carbonate de calcium et des argiles ainsi qu'un plastifiant et du noir de carbone (essentiellement pour le revêtement) et est généralement stabilisé avec du plomb (Y31). Les stabilisants plomb sont les phtalates de plomb dibasiques, le sulfate de plomb tribasique, le carbonate de plomb et le stéarate de plomb et représentent généralement moins de 2,5 % du poids du composé PVC. Les stabilisants plomb sont incorporés dans la matrice polymère et il n'y a pas de risque d'exposition à l'environnement ou à l'homme dans des conditions normales. Récemment, certains revêtements en PVC ont été fabriqués en utilisant des stabilisants sans plomb (sans métaux lourds) comme le calcium/zinc, baryum/zinc, etc.

Le polyéthylène (PE) peut être à basse densité et à forte densité (PE-LBD, PE-BD et PE-HD). Certains câbles sont fabriqués avec du PE-X, dont la structure chimique a été modifiée de telle façon que le plastique ne peut plus être recyclé par un procédé quelconque supposant une fusion. Dans les additifs du PE peuvent entrer des stabilisants de la chaleur et de la lumière et des ignifugeants.

5. Structure du secteur du traitement des déchets

La valeur des déchets de câbles tient essentiellement à leur contenu en cuivre et en aluminium, bien que le plastique ait aussi une valeur et puisse être recyclé ou réutilisé. Un secteur s'est développé expressément pour récupérer ces métaux. Les participants à ce secteur sont notamment les suivants : 1) fabricants de câbles ; 2) négociants en ferraille qui s'occupent de tous les types de métaux ou seulement des métaux non ferreux ou seulement des déchets de câbles ; 3) récupérateurs de ferraille qui collectent les déchets de câbles; et 4) intermédiaires qui ne prennent pas possession des déchets de câbles, mais qui négocient avec les producteurs de déchets et les entreprises qui traitent les déchets de câbles.

En outre, certaines entreprises traitent les déchets générés par les fabricants de fils ou de câbles et les utilisateurs finals ainsi que les déchets des ferrailleurs qui récupèrent les déchets de câbles. Certaines entreprises ne traitent les déchets que conformément à un système de péage.

Les ferrailleurs qui vendent des déchets de câbles isolés à des entreprises de traitement trient souvent les déchets avant de les vendre de façon à accroître la valeur de leurs constituants en métal et en plastique. Comme mentionné plus haut, les déchets de câbles ayant le plus de valeur sont les déchets pré-consommation ne contenant qu'un métal, soit le cuivre, soit l'aluminium. Ces déchets contiennent essentiellement des isolants et des gaines en PVC et en polyéthylène.

6. Procédés de recyclage respectueux de l'environnement

6.1 Capacités

Dans les pays développés, la principale méthode de récupération des métaux à partir des déchets de câbles est le broyage automatisé. Les informations concernant ce type d'équipement peuvent être fournies par des organisations comme l'ISRI et le BRI (voir annexe VII). La technologie est disponible partout dans le monde. La plupart des installations de broyage de câbles ne traitent que les déchets de câbles en cuivre, quelques-unes ne traitent que les déchets de câbles en aluminium et certaines disposent d'une ligne pour les déchets de câbles en aluminium et d'une autre pour les déchets de câbles en cuivre.

La capacité des systèmes varie depuis les systèmes à faible capacité (225 à 600 kg/heure) jusqu'aux systèmes à forte capacité (4 770 à 5 455 kg/heure). Les coûts, aux prix de 1997, fluctuent entre 150 000 dollars pour les petits systèmes jusqu'à 1 800 000 dollars pour les grandes machines automatisées. Les installations de traitement de câbles en Europe de l'Ouest tendent à installer des lignes de petite taille et de taille moyenne traitant 0,5 à 3 tonnes par heure, qui tendent à produire un granulé plus fin que les installations de traitement de câbles des Etats-Unis. Les broyeurs de câbles des Etats-Unis utilisent généralement des lignes de plus grande taille, d'une capacité d'au moins 5 tonnes à l'heure. Un grand nombre de ces systèmes sont adaptés pour les pays en développement.

En Amérique du Nord, environ 100 installations opèrent des lignes de broyage de câbles, dont la production se situe entre 540 000 et 640 000 tonnes par an. Les lignes de broyage de câbles au Japon traitent environ 500 000 tonnes de déchets de câbles approximativement dans environ 100 installations, y compris 10 grandes. Il y a aussi des lignes de broyage de câbles en Argentine, en Australie, au Brésil, au Chili, au Maroc, au Tunisie et en Europe de l'Ouest. La Chine compte 6 ou 7 installations de broyage de câbles et la Fédération de Russie a récemment acquis une ou deux installations auprès d'un fabricant des Etats-Unis.

6.2 Description du processus de broyage des câbles

La récupération écologiquement rationnelle des câbles au moyen du broyage des fils comporte généralement les étapes suivantes (voir graphique 5) :

- Tri préalable
- Broyage des câbles
- Granulation
- Criblage
- Séparation densimétrique

Tri préalable

Le tri préalable consiste à séparer les longues sections de câbles, les types d'isolants, les diamètres des conducteurs, les conducteurs revêtus et non revêtus, les câbles comprimés et les pièces de métaux ferreux et non ferreux des câbles volants qui peuvent être introduits directement dans le broyeur. Surtout, le tri préalable permet de trier les câbles contenant du cuivre et les câbles contenant de l'aluminium.

Le tri préalable est l'élément le plus important de la gestion écologiquement rationnelle des déchets de câbles. Il permet également de tirer la plus grande valeur possible des déchets de métal récupéré et de faciliter la séparation des plastiques. Les longues sections de câbles sont cisailées en sections d'environ un mètre de façon à pouvoir être introduites dans le granulateur, alors que les câbles comprimés doivent

être dissociés en câbles volants. Les machines peuvent traiter tous les câbles à partir de 8 cm de diamètre jusqu'aux des câbles fins de calibre 26 environ. Les matériaux qui ne sont pas bien adaptés à ces systèmes automatisés, comme les fils «cheveux» superfins et les câbles contenant de la graisse ou du goudron, qui peuvent obstruer le système, peuvent être séparés manuellement au préalable.

Dans le passé, les biphényles polychlorés étaient ajoutés au PVC pour certains systèmes de câbles utilisés dans les applications à haut voltage afin d'améliorer l'isolation, ainsi que dans certains câbles à faible voltage en tant qu'ignifugeants. La présence de ces systèmes de câbles devrait être déterminée avant de commencer le processus de recyclage.

Broyage des câbles

Le broyage est normal dans les grandes installations et optionnel dans les petites installations et il est généralement souhaitable pour le traitement des grandes sections de câbles. C'est la première phase de la réduction de la taille des câbles à broyer. Par rapport à la granulation, le broyage de câbles ne produit guère de poussières.

Granulation

Dans le premier granulateur, l'isolant et la gaine ne sont que partiellement dépecés car les morceaux de câbles font généralement 7 à 8 cm de long. Le deuxième granulateur produit des longueurs maximales d'environ 0,6 cm. Ce processus de granulation fin libère généralement la plupart des isolants du câble mais il est inévitable que des petites quantités de métaux restent dans les plastiques.

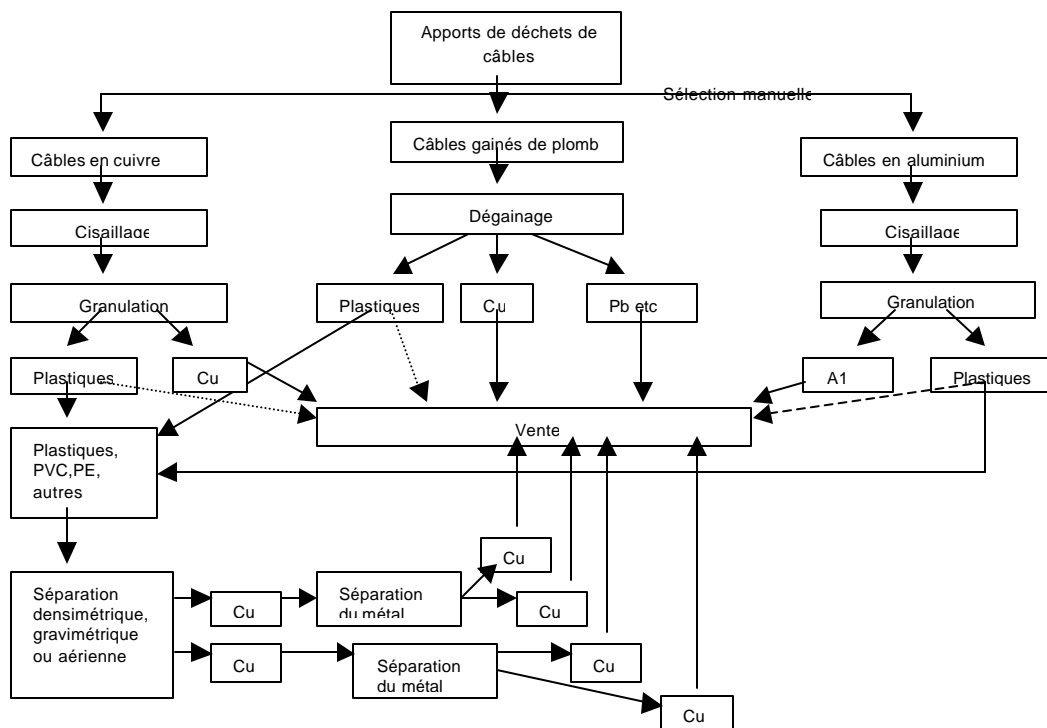
Criblage

Pour améliorer la récupération du métal, certaines lignes de broyage utilisent aussi des cribles pour obtenir des granulés de la taille souhaitée. Plus la taille du granulé est petite plus la récupération du métal est efficace. Certains systèmes utilisent des cribles à vibrations qui préparent les granulés pour une séparation finale du métal. Les «parties fines» contenant du métal, du plastique, des fibres et de la saleté passent par le crible inférieur. Le métal est récupéré et les parties non métalliques sont aspirées. Le ramassage des poussières grâce à un aspirateur à cyclone intervient à de nombreux endroits tout au long du processus et le dispositif de filtrage nettoie l'air avant l'extraction.

Séparation densimétrique

Les fractions de même taille des résidus du broyage qui sont regroupées sur les écrans sont ensuite déchargées et introduites dans une table à secousses à double inclinaison. Les granulés sont introduits par l'arrière de la table et le mélange est fluidifié par l'air - les particules les plus légères sont soulevées davantage que les plus lourdes. Ainsi, les particules de métal lourd se dirigent vers le haut de la table, alors que les particules légères de résidus plastiques flottent vers le bas. Le séparateur à lit fluidisé produit deux fractions : du métal propre et essentiellement des résidus sans métaux. Généralement, les fractions sont retraitées à nouveau dans le système ou peuvent être réintroduites dans la table.

Bien que toutes les installations de traitement des câbles cherchent à obtenir les meilleurs taux de récupération des métaux, certains métaux, sous forme libre ou encastrée, ne peuvent être récupérés. Le contenu en métal des flux de résidus peut varier de 1 % à plus de 15 %. Certaines installations de traitement des câbles ont installé des systèmes électrostatiques par voie sèche ; des séparateurs électrostatiques, par exemple, peuvent ramener le contenu en métal des déchets de 5 à 15 % à moins de 0,1 %. L'utilisation de précipitateurs ou de séparateurs électrostatiques réduit le contenu en métal des résidus et augmente ainsi la valeur du plastique récupéré.



Graphique 5 Diagramme du traitement de s flux de déchets de câbles

6.3 Dégainage des câbles

Un autre procédé respectueux de l'environnement et moins coûteux pour la séparation des matériaux est le dégainage des câbles, mais il s'agit d'un processus ayant un débit beaucoup plus faible. Ce matériel ne permet de traiter que des gisements séparés de déchets de câbles au rythme de 60 mètres par minute ou de 1 100 kg par minute avec des câbles de 1,6mm à 150 mm. En 1997, les machines ayant un débit de 24 mètres par minute se vendaient environ 5 000 dollars alors que les petites machines ayant un débit de seulement 8 mètres par minute se vendaient seulement 1 800 dollars en Europe et aux Etats-Unis. Ces machines sont fabriquées dans beaucoup de pays. On peut trouver des informations auprès de l'ISRI et du BRI (voir annexe 9). Un grand nombre de pays en développement et de pays en transition, y compris l'Arabie saoudite, la Chine, Chypre, les Emirats arabes unis, la Fédération de Russie, l'Inde, Israël, la Jordanie, la Lettonie, le Liban, le Pakistan et le Viet-Nam, utilisent ces machines plutôt que les broyeurs de câbles plus coûteux. Les machines de dégainage de câbles sont aussi utilisées dans la plupart des pays développés, notamment par des compagnies de service public, des fabricants de câbles, des installations de broyage de câbles et des ferrailleurs.

L'avantage du dégainage, par rapport au broyage, est la pureté des matériaux de gainage et d'isolation récupérés. Ces matériaux ne contiennent absolument aucun métal conducteur et, si l'utilisateur prend soin de séparer les déchets de câbles avant de les traiter, les résidus ne peuvent contenir qu'un seul type de polymère. De cette manière, les résidus, aussi bien les métaux que les polymères, deviennent plus facilement recyclables.

Les installations de traitement des pays en développement ont constaté que le processus de dégainage est intéressant car il permet de recycler les résidus, comme le PVC plastifié, avec une relative facilité. Les coûts d'achat et de fonctionnement de ces machines sont aussi très raisonnables. En outre, certaines installations des pays en développement employant une main-d'œuvre bon marché peuvent aussi dégainier les déchets de câbles manuellement. C'est le cas, par exemple, d'une installation de traitement de Hong Kong, qui recycle ensuite les gaines en PVC récupérées en les vendant à d'autres ou en les utilisant au niveau interne.

7. Gestion écologiquement rationnelle de la partie plastique des déchets de câbles

Les installations de traitement des déchets de câbles récupèrent les éléments métalliques en cuivre et en aluminium ayant la plus forte valeur, qui sont réutilisés par les fabricants de câbles et d'autres. Il leur reste ensuite les résidus contenant les polymères utilisés comme isolants ou gaines. En outre, les résidus du broyage peuvent contenir de petites quantités de papier et/ou de petites quantités de métaux, soit incorporés dans les plastiques soit à part. Ces résidus peuvent être triés à nouveau avant un retraitement.

D'autre part, les résidus de plastique provenant des opérations de dégainage sont pour la plupart libres de tous métaux et ne contiennent fréquemment qu'un type de polymère. La récupération des résidus pour une réutilisation a permis la fabrication de produits de deuxième génération : par exemple, le PVC peut être recyclé sous forme de palettes ou directement réutilisé pour la fabrication d'isolants pour les câbles électriques, de rubans isolants, de moquettes pour automobiles, de support de tapis, de revêtements de sol, de chaussures, etc.

7.1 Séparation mécanique des résidus

La séparation mécanique écologiquement rationnelle implique que l'opérateur, avant le traitement, procède à une séparation en fonction du type de métal et du type de matériau isolant recouvrant le câble. Cela vaut quel que soit le processus de séparation utilisé. La technologie employée devrait être adaptée aux types de câbles à traiter.

Les installations de traitement qui récupèrent les résidus des opérations de dégainage sont bien placées pour recycler ces résidus, qui contiennent généralement soit du PVC soit du polyéthylène. Les opérations de broyage permettent non seulement la séparation des câbles gainés mais aussi des câbles gainés isolés avec du papier et du plastique, qui exigent une séparation supplémentaire pour supprimer le papier du plastique. Les propriétés physiques du PVC récupéré et le marché du réemploi dépendront dans une large mesure de la pureté du matériau. Les déchets de PVC propres, faiblement contaminés, auront de bonnes propriétés physiques. Généralement, les applications de seconde vie consistent en des tapis de sol, des tuyaux de jardinage, des semelles de chaussures, des carreaux, des matériels antibruit, des bourrelets de pare-chocs et des cônes pour la circulation. Il a été démontré que les propriétés et l'apparence des isolants de câbles contenant jusqu'à 30 % de matériel recyclé sont à peu près équivalentes à celles des isolants de câbles fabriqués à partir de matériaux vierges.

Normalement, une opération de dégainage se fait à partir de matières premières pré-triées de façon à produire un gisement défini de déchets plastiques. Dans les pays en développement, où les processus de dégainage sont largement utilisés, le PVC plastifié ou les autres isolants plastiques ne devraient donc pas poser de problème d'élimination s'ils sont gérés de façon écologiquement rationnelle. Ces déchets sont à plus de 99,5 % purs et peuvent être recyclés en feuilles, carrelages industriels, semelles de chaussures et conduites co-extrudées.

Si une installation de broyage de câbles utilise des matières pré-triées en provenance de déchets de câbles, comme les câbles revêtus de PVC, et supprime la majeure partie des métaux résiduels par séparation électrostatique, elle obtient également du PVC d'une relativement grande pureté (90 % à 95 %), qui peut également être recyclé.

7.2 Traitement cryogénique

Certaines des installations de broyage de câbles revendent du PVC et du polyéthylène d'une relativement grande pureté à des sociétés disposant d'équipements de cryogénéisation pouvant purifier encore les divers plastiques pour atteindre un niveau de pureté de plus de 99 %. Par exemple, si les impuretés dans le mélange de métaux et de plastique consistent en PVC ou PE, ceux-ci sont facilement supprimés par un traitement cryogénique. A la température de l'azote liquide, le PVC se dissout en petites particules, ce qui n'est pas le cas du polyéthylène et de certains autres plastiques. Le fait d'éliminer les fragments relativement importants de contaminants des petits fragments de PVC peut conduire à un PVC de plus

grande pureté. Généralement, le PVC obtenu est mélangé avec du PVC vierge et utilisé dans la fabrication de parois antibruit, d'automobiles ou dans des applications de haute valeur.

Bien que cette technique soit éprouvée, elle est assez coûteuse tant du point de vue de l'énergie que des installations et n'est pas largement utilisée dans les pays de l'OCDE.

7.3 Traitement hydrogravimétrique

Aujourd'hui, une partie des résidus de plastiques mélangés provenant du broyage de câbles sont recyclés dans une certaine mesure, soit tels quels, soit après séparation.

Les installations de broyage de câbles peuvent vendre des résidus de plastiques mélangés à des entreprises qui utilisent une cuve de gravimétrie pour isoler le polyéthylène propre (gravité spécifique inférieure à 1,0), qui flotte, et la fraction de PVC (gravité spécifique supérieure à 1,0), qui coule. Les matériaux qui flottent sont utilisés pour le moulage par injection de produits comme les pots de fleurs, alors que les matériaux qui coulent sont utilisés pour la fabrication de pare-boue pour véhicules automobiles, de tapis de sol et autres produits moulés.

Certaines installations de broyage de câbles ont mis en place des cuves gravimétriques pour procéder à cette séparation et vendent les fractions de produits à basse et à forte densité à d'autres installations qui s'occupent du moulage et de la commercialisation des produits moulés. Au Japon, un projet sur les techniques de séparation par des procédés améliorés de gravimétrie est en cours.

Ces dernières années, en Europe et aux Etats-Unis, les installations de broyage de câbles et de traitement des plastiques ont utilisé les résidus de plastique mélangés tels quels, sans séparation des plastiques dans des machines spéciales de moulage par injection à faible pression. Les produits ainsi obtenus sont généralement des produits épais comme les panneaux de signalisation, les ralentisseurs de vitesse et les protections dans les parkings, remplaçant pour la plupart le bois ou le béton. Une société américaine de broyage de câbles utilise ces résidus de plastiques pour fabriquer des produits de substitution du béton.

8. Incinération

L'incinération à ciel ouvert n'est pas une solution écologiquement acceptable, quel que soit le déchet. Elle réduit des plastiques réutilisables en cendres. Une attention particulière doit être accordée aux obligations et responsabilités définies dans la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP) pour ce qui est de l'objectif de prévention de la formation fortuite de POP dans le cadre d'opérations d'incinération.

Dans le cas des câbles gainés, même dans une atmosphère très contrôlée, l'incinération modifie les plastiques réutilisables et a aussi un effet direct sur le métal contenu dans les câbles, qui est oxydé par le feu et perd donc de sa valeur. L'incinération à ciel ouvert ne doit donc pas être utilisée pour le traitement des déchets de câbles. Avec le développement des techniques de tri préalable et l'expansion de la capacité de broyage, la récupération des métaux et des plastiques par dégainage et/ou broyage est aujourd'hui courante partout dans le monde car elle est la forme de traitement la plus économique et la plus écologiquement rationnelle.

L'incinération dans des fours contrôlés peut être gérée de façon écologiquement rationnelle seulement s'il existe des systèmes performants de lavage des gaz qui permettent de respecter des normes d'émission strictes, notamment les normes de l'Union européenne (voir annexe VII). Dans ce processus, l'énergie doit être récupérée dans toute la mesure du possible.

L'incinération du plastique contenu en vue de la récupération du métal a un effet non seulement sur les émissions mais aussi sur la qualité du métal. Les installations de recyclage n'obtiennent pas toujours la même valeur pour le cuivre traité de cette manière s'il est oxydé, certains vieux fours d'incinération ne pouvant éviter l'oxydation du métal. Les fours les plus récents, utilisant des microprocesseurs, permettent de mieux contrôler les conditions d'incinération.

Les principaux fabricants de fours de récupération de câbles en exportent partout dans le monde. Depuis 1969, un grand nombre de fours ont été fournis à des négociants de déchets de métaux et à des installations de broyage de câbles. Plus de 70 fours fonctionnent dans le monde, alimentés au gaz naturel, au propane ou au fuel.

Les fours peuvent être reliés à des systèmes appropriés de lavage des gaz de combustion pour tous les plastiques, notamment les systèmes qui suppriment le chlorure d'hydrogène lors de l'incinération des PVC. Pour des précisions sur le lavage des gaz, voir la section 8 "Valorisation énergétique des déchets plastiques". D'après les chiffres de 1998, le coût de l'ensemble d'un tel système s'établit, selon les estimations, entre 150 000 dollars et 250 000 dollars et, sans système de lavage des gaz, entre 70 000 et 130 000 dollars. Les systèmes de lavage des gaz sont l'élément le plus coûteux de ces installations.

Lavage des gaz de combustion

Les gaz en refroidissement venant des chambres de combustion des incinérateurs contiennent une diversité de matériaux comme le dioxyde de carbone, le dioxyde de soufre, le chlorure ou le fluorure d'hydrogène et des poussières. Tous les matériaux toxiques organiques formés dans les gaz de combustion en refroidissement sont vraisemblablement absorbés à la surface des particules de poussière. Il est indispensable de filtrer la poussière des gaz et cette filtration est normalement réalisée avec des filtres fins en tissu. Les incinérateurs modernes ont pu fonctionner régulièrement avec des émissions de dioxines bien inférieures à 0,1 nanogramme/m³ (voir glossaire), niveau demandé par certains gouvernements.

Les dernières normes en matière d'émissions exigent que le dioxyde de soufre, le fluorure d'hydrogène et le chlorure d'hydrogène soient aussi être supprimés des gaz de combustion (voir annexe 8). Pour ce faire, on peut susciter une réaction des gaz soit avec de l'alcali solide humide, soit avec des solutions alcalines, soit avec de l'eau seule, suivant l'emplacement de l'incinérateur. Pour les polymères halogénés, il importe de vérifier si l'incinérateur est conçu pour traiter un dégagement de quantités plus élevées de gaz acide. La neutralisation des gaz acides crée des sels qui doivent être mis en décharge s'ils ne sont pas recyclés.

Neutraliser les gaz acides avec de la chaux humide produit un déchet solide qui doit être déposé dans une décharge autorisée. Neutraliser les gaz acides avec du bicarbonate de soude aboutit à une solution saline de laquelle les sels peuvent être recyclés sous certaines conditions. Absorber les gaz acides dans l'eau permet de traiter ces gaz à des fins commerciales. Il n'existe que quelques rares installations de récupération de ce type.

Au Japon, un processus est mis au point qui permettra d'utiliser totalement les résidus mixtes contenant du PVC comme agent de réduction pour la fabrication de l'acier. Dans ce processus, le chlore est récupérée sous la forme d'acide chlorhydrique pour le décapage des produits en acier.

Les débris de polyéthylène sont aujourd'hui utilisés comme combustible aussi bien en Europe qu'en Amérique du Nord.

9. Mise en décharge

Les débris qui ne sont pas recyclés sont généralement mis en décharge dans des sites réservés aux déchets industriels non dangereux. A cet égard, il importe de prendre en considération les directives techniques applicables à la récupération et à l'élimination écologiquement rationnelles des déchets, comme les Directives techniques sur la mise en décharge spécialement aménagée.

ANNEXE 1

Références

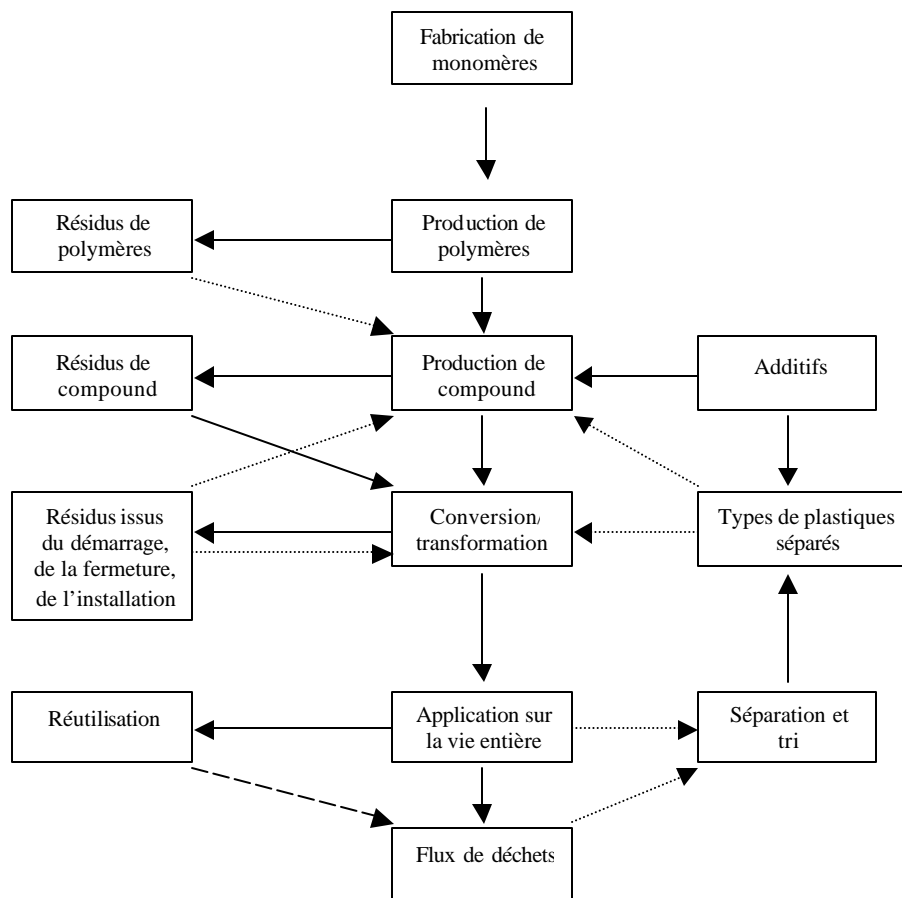
Première partie

1. Rapport sur l'incinération des produits contenant des retardateurs de flammes bromés, OCDE, 1998.
2. Directives techniques sur l'incinération à terre (D10), publiées par un Groupe de travail technique de la Convention de Bâle.
3. Fardell. P; 1993, "Toxicity of Plastics and Rubber in Fire", Rapra Review Reports, N°69.
4. Recommandations pour le nettoyage des bâtiments après un incendie, Gazette allemande sur la santé publique, I/90, pp.32-43.
5. I.Burmester et H. Haferkamp, "Fast and Automatic Thermographic Plastic Identification for the Recycling Process", Laser Zentrum Hanover, Hollerithallee 8, 30419, Hanovre, Allemagne.
6. "Outline of Separation Technology", Akira Miyake, discours 27-28 octobre 1998, IdentiPlast Bruxelles Sumito Chemical Co, Ltd/Japanese Plastics Waste Management Institute.
7. MIR : A Proven Technology for Identification of Engineering Plastics ; Bernd Willenberg, Bruker Analytische Messtechnik et Klaus Vornberger, BMW, discours 27-28 octobre 1998 ; IdentifPlast Bruxelles.
8. Laser Spectroscopy Plastics Analysis : a Supplement to NIR Systems, Hartmut Lucht, Laser Labour Adlerhoff/LLA Berlin, discours 27-28 octobre 1998, IdentiPlast Bruxelles/.
9. Techniques for Rapid Identification and Sorting of Plastics, Edward J. Sommer Jr., discours 27-28 octobre 1998, IdentiPlast Bruxelles, National Recovery Technologies Inc..
10. SOFRES/APME, 1995, 1997.
11. Method to recover and recycle telephonic and electrical cables, rapport de Technometal présenté à la Conférence internationale du M.E.I.E., Paris, 1996.
12. "Guide to the safe handling of fluoropolymer résins", publication de l'Association des fabricants de plastiques en Europe" (APME), Bruxelles, 1995.
13. The Recycling of PVC Floorings and Roofing Membranes, publication de l'APME, 1997.
14. Prognos, "Mechanical Recycling of PVC Wastes", étude pour la Commission européenne, DG Environnement, 2000.
15. TNO, "Chemical Recycling of Plastic Waste", étude pour la Commission européenne, DG Industrie, 1999.
16. "A fuel for the Future", publication de l'APME, 1996.
17. Mark F.E., "Energy Recovery through co-combustion of mixed plastics waste and MSW", rapport de l'APME.
18. Réunion d'experts CEE-ONU sur les meilleures techniques disponibles pour lutter contre les émissions de dioxine et de furane, Rome, 1997.

19. "Projet de directives techniques sur les décharges autorisées" (D5), publié par le Groupe de travail technique de la Convention de Bâle.
20. Bertin Technologies, "The influence of PVC on quantity and hazardousness of flue gas residues from incineration", étude pour la Commission européenne, DG Environnement, 2000.
21. Argus, "The behaviour of PVC in Lanfill", étude pour la Commission européenne, DG Environnement, 1999.

ANNEXE 2

Fabrication, utilisation, réutilisation et recyclage des plastiques



—————>
Filière de la fabrication

.....>
Filière de recyclage

----->
Filière de l'élimination des déchets
de l'utilisation ou de la
réutilisation

ANNEXE 3

**Informations concernant l'hygiène et la sécurité des
installations de récupération des matériaux (IRM)**

(Ces informations ne valent pas uniquement pour les plastiques)

1. Informations concernant la sécurité

Les informations ci-après devraient figurer dans le manuel d'hygiène et de sécurité du site. Elles concernent en particulier le fonctionnement des équipements servant au stockage, au tri et à la mise en balles des déchets plastiques. Il est recommandé que les procédures décrites dans le manuel de sécurité soient revues régulièrement de façon à assurer que les informations restent appropriées et pertinentes pour les équipements et les méthodes de travail de l'IRM.

Il est recommandé que les informations données dans le manuel de sécurité soient reprises dans le cadre de la formation du personnel employé dans l'IRM et également que certains éléments de ces informations soient prises en compte dans les activités associées à l'IRM, comme le transport des matériels à destination et en provenance de l'IRM et l'accueil des visiteurs.

- 1.1 Une harmonisation de certaines de ces recommandations avec les règles existantes du site et les règlements locaux peut se révéler nécessaire;
- 1.2 Ces consignes de sécurité s'appliquent à tous ceux concernés par le fonctionnement du site et aux visiteurs;
- 1.3 Tous les employés impliqués dans le fonctionnement de l'IRM, y compris ceux participant à la livraison et à l'envoi des matériaux, devraient connaître les consignes de sécurité et s'engager à les respecter.

2. Incendie

- 2.1 Les services d'urgence devraient être informés des types et des quantités de produits à recycler qui sont stockés;
- 2.2 Dans le cas des déchets de plastiques, le risque d'incendie est élevé. Les matériaux ne devraient être stockés que dans des zones convenues et déterminées;
- 2.3 Une politique d'interdiction totale de fumer devrait être instaurée et appliquée dans l'IRM - l'interdiction s'appliquant également aux visiteurs et aux contractants;
- 2.4 Des itinéraires de sortie d'urgence jusqu'à un point de rassemblement défini, extérieur au bâtiment ou au site, devraient être clairement signalés et maintenus toujours libres de toute entrave;
- 2.5 Des extincteurs en bon état de marche devraient être installés aussi bien dans l'IRM que dans les zones de stockage. Le personnel devrait être formé à l'utilisation du matériel de lutte contre l'incendie.
- 2.6 De «bonnes pratiques d'exploitation» sont indispensables pour maintenir des conditions de travail satisfaisantes et de bonnes conditions d'hygiène, ainsi que pour éviter le stockage inutile de matériaux/déchets inflammables;
- 2.7 Les liquides et gaz inflammables ne devraient être stockés ni dans l'IRM ni dans les zones de stockage;
- 2.8 Un système d'alarme incendie devrait être installé et testé au moins une fois par semaine;

- 2.9 Des itinéraires d'évacuation devraient être établis et des exercices d'évacuation devraient avoir lieu;
- 2.10 Tous les employés devraient connaître les procédures d'urgence à suivre en cas d'incendie. Il est recommandé d'installer un téléphone d'urgence dans l'IRM et d'afficher distinctement les numéros des services d'urgence locaux.

3. Accidents

- 3.1 Dans les zones où il y a des machines et/ou beaucoup de mouvements de véhicules, les risques d'accidents sont plus grands. Le respect de pratiques de travail sûres, l'entretien régulier du matériel et la formation appropriée du personnel contribueront à réduire au minimum le nombre d'accidents.
- 3.2 Les employés travaillant dans l'IRM sont tenus de veiller à ne pas mettre en danger leur propre vie ni celle des autres. Une prudence toute particulière doit être exercée lorsqu'il y a des visiteurs sur le site;
- 3.3 Les consignes de sécurité en matière de pratiques de travail doivent être respectées à tout moment. Seuls les employés ayant la formation requise doivent faire fonctionner les machines de l'IRM;
- 3.4 Les conducteurs des chariots élévateurs/pelleteuses devraient être formés et être titulaires de la licence ou du permis voulu;
- 3.5 Au moins deux membres du personnel devraient savoir administrer les premiers secours. Des trousseaux de première urgence, contenant tous les éléments nécessaires, devraient être disponibles, à proximité d'un évier;
- 3.6 Les ouvriers devraient porter des tenues adéquates. Une protection supplémentaire devrait être fournie dans certaines conditions, décrites ci-après;
- Le port du casque s'impose pour le personnel travaillant dans des zones où des matériaux sont déversés et lorsque des matériaux peuvent tomber de plus haut;
 - Le port d'un masque et de lunettes est nécessaire en cas d'utilisation de substances corrosives ou irritantes ou de risque d'impact;
 - Une protection respiratoire est nécessaire pour le personnel en contact avec de la poussière, de la fumée ou des vapeurs;
 - Les mains doivent être protégées des matériaux tranchants, corrosifs ou irritants;
 - Il est recommandé que le personnel d'encadrement travaillant dans l'IRM porte et utilise les vêtements de protection appropriés, pour donner l'exemple et insister sur la nécessité du respect des règles;
- 3.7 Il est recommandé que le personnel traitant les produits à recycler soit vacciné contre le tétanos;
- 3.8 Le matériel devrait faire l'objet de la maintenance recommandée par le fournisseur, celle-ci n'étant réalisée que par des techniciens qualifiés. Les volets ou boucliers de protection ne devraient être retirés sous aucun prétexte, sauf pour la maintenance autorisée;
- 3.9 Les dispositifs d'arrêt de sécurité du matériel devraient être testés chaque semaine;
- 3.10 Le personnel ne devrait pas grimper sur les barrières de protection;
- 3.11 Les comportements irresponsables ne devraient pas être autorisés.

4. Machines de mise en balles et balles

- 4.1 Les consignes des fabricants doivent être strictement respectées. L'usage incorrect du matériel de mise en balles peut conduire à des situations très risquées.
- 4.2 Si l'opération n'est pas réalisée correctement ou s'il y a un défaut dans les ligatures utilisées, il ne sera pas possible de lier la balle. Dans ce cas, celle-ci peut gonfler rapidement. Si cela arrive avant ou durant l'ouverture de la porte de la machine de mise en balles, la force de la balle en expansion peut entraîner une ouverture très rapide, et dangereuse, de la porte (si elle est ajustée).
- 4.3 Seules des ligatures répondant aux spécifications requises devraient être utilisées.
- 4.4 L'entretien de la machine de mise en balles ne devrait être confié qu'à un technicien de maintenance agréé.
- 4.5 Aucune modification non autorisée ne devrait être apportée à la machine de mise en balles.
- 4.6 Toutes les machines de mise en balles utilisées pour les bouteilles en plastique devraient être équipées d'un dispositif hydraulique de freinage de l'ouverture des portes.
- 4.7 La zone de sécurité autour de la machine devrait être délimitée par des bandes jaunes. Ne devraient y pénétrer que les ouvriers de l'IRM chargés de lier les balles et de les enlever.
- 4.8 S'il se révélait nécessaire de couper des fils d'acier très tendus, une très grande prudence s'impose et seuls des cisailles agréées devraient être utilisées.
- 4.9 Les balles pèsent généralement entre 200 et 400 kg, suivant la densité des matériaux. Du matériel adéquat est nécessaire pour la manutention des balles. Les balles devraient être enlevées de la machines de mise en balles au moyen de palettes et de chariots élévateurs. Un chariot élévateur devrait être utilisé pour le transport et l'empilage sur place.
- 4.10 Pour l'empilage, pas plus de trois balles ne devraient être superposées. Les chariots élévateurs devraient avoir des dispositifs de pinces latérales adaptés à leurs fourches pour déplacer et empiler les balles.
- 4.11 Les visiteurs présents sur le site ne devraient pas être autorisés à pénétrer dans les zones où les balles sont empilées.

5. Maintenance des machines de mise en balles (nettoyage, élimination des matières)

- 5.1 Avant tous travaux de maintenance sur les machines de mise en balles, le courant doit être coupée et la machine isolée électriquement.
- 5.2 Les machines de mise en balles, qui sont utilisées en permanence ou qui ont été contaminées, doivent être nettoyées à l'intérieur. Aucun ouvrier ne devrait intervenir sur une machine de mise en balles sans avoir d'abord reçu l'aval du contremaître.
- 5.3 Le contremaître devrait faire en sorte que le poste secteur électrique soit isolé et fermé avec un système de verrous. Il devrait en garder la clef. Toute énergie hydraulique résiduelle devrait être libérée si des accumulateurs hydrauliques sont utilisés dans le circuit hydraulique de la machine de mise en balles.
- 5.4 Un avis devrait être placé sur la machine précisant qu'un ouvrier nettoie/entretient la machine. L'avis ne devrait être enlevé et le courant rétabli que par le contremaître lorsque l'ouvrier est à une distance de sécurité de la machine et lorsque la machine peut être remise en marche en toute sécurité.

- 5.5 Il faut toujours faire très attention en manipulant le mécanisme de verrouillage de la porte de façon à ne pas se blesser.
- 5.6 Toutes les parties du corps doivent être tenues éloignées du mécanisme de verrouillage de la porte.

6. Bennes de stockage intermédiaires

- 6.1 Il faut veiller lors du déplacement de ces bennes que le conducteur/l'ouvrier ait toujours une totale visibilité.
- 6.2 Les bennes ne devraient pas être placées en attente sur des itinéraires de sortie d'urgence ou des lieux de travail.
- 6.3 Pas plus de deux bennes de stockage intermédiaire ne devraient être empilées l'une sur l'autre.
- 6.4 Il faut faire en sorte que l'entrée de la rampe d'alimentation de la machine de mise en balles soit fermée et verrouillée après les opérations de mise en balles.

7. Contremaître

- 7.1 Il est recommandé que le contremaître de l'IRM soit présent dans l'installation quotidiennement.
- 7.2 Le contremaître ne devrait permettre qu'à du personnel ayant toutes les qualifications requises de travailler dans l'IRM.
- 7.3 Outre la sécurité des ouvriers, le contremaître a les responsabilités suivantes.
- 7.4 Avant de mettre en marche le matériel de l'IRM, il devrait veiller à ce que rien n'en entrave la marche et à ce que le personnel soit à une distance suffisante de toutes les parties en mouvement. Des systèmes d'alarme devraient être installés afin de prévenir à l'avance de la mise en marche des machines.
- 7.5 Le contremaître devrait avoir reçu une formation aux procédures à suivre en cas d'incendie et aux procédures de premier secours et bien connaître les moyens de contacter les services d'urgence, les accès d'urgence et les itinéraires d'évacuation et il devrait veiller à ce que le matériel de premier secours soit stocké dans un endroit propre et sûr. Un répertoire des accidents intervenus sur le site devrait être utilisé pour enregistrer tous les accidents ou les situations pouvant présenter des risques. Les itinéraires d'évacuation d'urgence devraient être inspectés régulièrement de façon à s'assurer qu'ils sont libres de toute entrave.
- 7.6 Le contremaître devrait insister pour que de bonnes règles d'entretien soient respectées. Les zones où des matériaux sont déposés, les passerelles et les sorties de secours devraient être délimitées et maintenues libres de toutes entraves à tout moment.
- 7.7 Le contremaître devrait veiller à ce qu'il n'y ait pas de comportements irresponsables dans les locaux.
- 7.8 Des éclairages d'urgence devraient être installés et testés régulièrement.
- 7.9 A la fin des opérations, le contremaître devrait s'assurer que le courant électrique est coupé, que tout le monde a quitté le site et que le site est fermé et verrouillé avant de partir.

8. Ouvriers

- 8.1 Les consignes ci-après ont été rédigées expressément pour les ouvriers, mais elles devraient être lues conjointement avec les autres consignes concernant le site.
- 8.2 Seul du personnel totalement qualifié devrait faire fonctionner les machines de l'IRM.

- 8.3 Les ouvriers ne devraient pas porter de vêtements lâches et les longs cheveux devraient être convenablement attachés afin de ne pas entrer en contact avec le matériel en mouvement.
- 8.4 Des vêtements de protection devraient être portés par les ouvriers travaillant sur les lignes de tri, ou selon les besoins dans les autres zones.
- 8.5 Les ouvriers ne devraient monter en aucun cas sur les convoyeurs.
- 8.6 Les ouvriers ne devraient en aucun cas pénétrer dans les chutes de tri.
- 8.7 Les ouvriers ne devraient en aucun cas pénétrer dans les fosses à matériaux.
- 8.8 Les ouvriers ne devraient en aucun cas pénétrer dans les machines de mise en balles.
- 8.9 En cas d'urgence, l'ouvrier devrait activer le dispositif d'arrêt d'urgence et ne pas essayer de désentraver la machine tant que le courant n'a pas été coupé et le matériel isolé.
- 8.10 Les ouvriers devraient à tout moment faire attention aux mouvements de véhicules dans l'IRM.
- 8.11 Toute situation dangereuse devrait être signalée immédiatement au contremaître.

9. Visiteurs

- 9.1 Le directeur du site devrait organiser et superviser toute visite du site.
- 9.2 En cas de visite, le guide devrait connaître parfaitement les consignes de sécurité du site.
- 9.3 Les visiteurs ne devraient ni toucher les machines ni les faire fonctionner. Ils doivent être informés des consignes de sécurité, notamment les procédures d'évacuation en cas d'incendie et l'interdiction de fumer, et accepter de les respecter avant d'entrer dans l'IRM.
- 9.4 Les mouvements de véhicules et les autres opérations pouvant présenter un risque devraient être évités durant une visite.
- 9.5 Le responsable de l'IRM devrait veiller à ce que les visiteurs restent dans les zones de l'IRM qui leur sont réservées.
- 9.6 Les entrées dans l'IRM devraient être enregistrées dans un registre des entrées/sorties.
- 9.7 Les visiteurs devraient recevoir des protections appropriées, par exemple des lunettes de sécurité, des protections pour les oreilles et des gilets d'une couleur très visible.

ANNEXE 4

A.. Informations sur des incendies intervenus dans des usines de recyclage en Allemagne

A **Mulheim**, dans la vallée de la Ruhr, un entrepôt appartenant à une société de transport a été la proie d'un incendie de grande ampleur. Le feu a brûlé 340 tonnes de PVC et 150 tonnes de polyéthylène. Le bureau régional de la protection de l'environnement a réalisé une étude approfondie de la pollution causée par cet incendie. La conclusion a été que les gaz dégagés par l'incendie contenaient moins de dioxines que celles émises par de nombreux incinérateurs de déchets.

Un deuxième incendie, qui a ravagé en 1992, à **Lengerich**, en Rhénanie-du-Nord-Westphalie, une usine de recyclage des plastiques, a brûlé 1500 tonnes de plastiques, y compris 500 tonnes de PVC. Les autorités locales, notamment le Ministère régional de l'environnement, ont participé à l'enquête sur les émissions de dioxines. Le Ministère régional de l'environnement a publié un communiqué de presse qui contenait les principales conclusions suivantes :

- Les bureaux et les logements situés dans un rayon de 100 mètres de l'incendie ont été inspectés, cette inspection ne faisant apparaître rien de préoccupant.
- Ni l'installation de traitement des eaux usées ni les eaux souterraines ne semblaient présenter de dangers.
- Les plantes à racines ont été déclarées sûres et seules les plantes à feuilles ont fait l'objet d'une interdiction de consommation d'une année.
- Les 26 personnes les plus exposées aux gaz d'incendie n'avaient que de faibles niveaux de dioxines dans le sang.
- Une étude universitaire plus large a confirmé que nul n'avait été gravement contaminé.
- On a abouti aux mêmes conclusions pour quatre grands incendies, à Grossefahn, Achim, Sieburg et Ishy.

Ces conclusions correspondent bien aux résultats d'une étude des pompiers réalisée par les Universités de Bochum et de Düsseldorf à la demande du Ministère régional du travail, de la santé et de l'environnement.

Ministère de l'environnement, de la planification et de l'agriculture, Rhénanie-du-Nord-Westphalie, Allemagne, 1994.

B. Informations sur l'incendie à l'usine de recyclage d'Hamilton

L'incendie à l'usine de recyclage de Plastimet a été un événement aux effets dévastateurs pour l'ensemble de la communauté de Hamilton. C'est un accident qui aurait pu être évité si l'usine avait respecté les règlements du Code national incendie concernant le stockage des matières plastiques. Lorsqu'ils sont stockés et manipulés de façon adéquate, les plastiques à recycler, notamment le vinyle, sont sûrs et présentent de nombreux avantages pour l'environnement.

D'après la conclusion d'un comité d'examen interne, le Ministère de l'environnement et de l'énergie de l'Ontario a réagi comme il le fallait et en temps voulu face à l'incendie de Plastinet. Son rapport technique analysait les résultats de 8 500 prélèvements effectués par le Ministère sur 500 échantillons d'air (en utilisant des instruments de dépistage des gaz atmosphériques), d'eau, de sol, de suie et de végétation. Le rapport concluait que quelques jours après que l'incendie fût éteint, les niveaux ambiants des substances testées étaient revenus dans des fourchettes normales, sauf là où il y avait une contamination préalable des sols et des réseaux d'évacuation des eaux de pluies.

L'incendie a duré trois jours (mercredi-vendredi, 9-12 juillet 1997). Aucune personne n'a été évacuée les deux premiers jours car les conditions atmosphériques permettaient au nuage de fumée de l'incendie d'aller directement dans la haute atmosphère. Ce n'est que le vendredi que les prévisions météorologiques ont indiqué un changement (inversion) du sens du vent, qui pouvait poser un problème pour les résidents proches. Il a donc été décidé d'évacuer 650 d'entre eux sur une base volontaire par mesure de précaution. Les niveaux de benzène s'étaient aussi accrus. Les résidents ont été autorisés à rentrer chez eux moins de 24 heures après l'extinction totale de l'incendie .

Le Ministère de l'environnement et de l'énergie a recueilli des échantillons pour analyse : air, suie, retombées, sol et végétation. Le médecin-hygiéniste du conseil de la santé a conseillé aux résidents de ne pas manger de légumes du jardin ne pouvant pas être pelés.

**Rapport technique publié par le Ministère de l'environnement et de l'énergie de l'Ontario,
30 octobre 1997**

ANNEXE 5

Autres données concernant les fluoropolymères

1. Différents noms

Dans le **tableau 1**, le PTFE est considéré comme le fluoropolymère «type». Les autres matériaux de la famille des fluoropolymères sont notamment l'éthylène/tétrafluoréthylène (ETFE) et les copolymères du tétrafluoroéthylène et de l'éthylène (TFE) (voir **annexe 7a** pour d'autres exemples).

2 Caractéristiques des polymères

Les fluoropolymères (PTFE, ETFE et les autres copolymères TFE) sont des polymères à haute performance aux propriétés uniques, parmi lesquelles on peut citer la stabilité chimique (résistance à la plupart des produits chimiques, acides et bases) et la faible réactivité (stabilité thermique, résistance aux UV, résistance aux intempéries et propriétés d'isolation électrique). Aucun de ces polymères ne sont classés dangereux dans la législation nationale et les déchets de fluoropolymères ne sont considérés comme des matériaux dangereux ni par l'UE ni par l'OCDE.

3. Propriétés des polymères

Les fluoropolymères font partie de la catégorie Y45, mais leur forme polymérique modifie radicalement les caractéristiques chimiques de ce constituant. Les fluoropolymères ne sont ni explosifs, ni inflammables, ni spontanément combustibles et il ne s'agit ni de matériaux oxydants, ni de peroxydes organiques, ni de matériaux corrosifs. En conséquence, les critères de classement dans les catégories de danger H1, H3, H4, H5, H6.2, H8, H10 ne sont pas applicables.

Les catégories de danger les plus pertinentes sont H6.1 (toxicité aiguë), H11 (toxicité différée ou chronique), H12 (écotoxicité) et H13 (aptitude à libérer un autre matériau, par exemple du lixiviat). Aucun de ces déchets de polymère fluorés ne sont fortement toxiques dans des circonstances raisonnables, c'est-à-dire s'agissant du polymère solide et de la poussière dégagée par ces substances. Leur stabilité et leur faible réactivité font également qu'ils n'ont aucune écotoxicité en cas de rejet dans l'environnement. Les déchets de ces polymères sont solides avec un degré assez important d'inertie biologique et chimique : même en cas d'exposition totale à l'environnement pendant de très longues périodes, ils restent stables. Il est peu probable que l'on puisse raisonnablement conclure à la pertinence des critères pour le classement dans la catégorie H13. Du fait de la stabilité des fluoropolymères, il est peu probable que soit libéré du lixiviat ou un produit gazeux si le matériau est mis en décharge. La combustion à l'air libre ou la combustion non contrôlée ne devrait pas être considérée comme une méthode de récupération respectueuse de l'environnement.

4. Recyclage des polymères

Les fluoropolymères peuvent être recyclés de manière écologiquement rationnelle et leur forte valeur économique (12 à 45 fois supérieure à celle des plastiques de produits) rend le recyclage plus attrayant. Durant le processus de recyclage, les polymères sont soit broyés et agglomérés ou fondus en produits de deuxième vie. Les procédés utilisés ne sont pas plus dangereux que ceux utilisés pour le polymère vierge. Dans des conditions de transformation normales, il est peu probable que des produits secondaires dangereux soient produits. Les méthodes employées sont toutefois très spécialisées et peu disponibles en dehors des pays de l'OCDE. Le transport transfrontières en vue du recyclage ne devrait intervenir que lorsque les Parties qui fournissent et qui reçoivent sont sûres que les procédés de recyclage appropriés sont disponibles.

ANNEXE 6

Glossaire

Activateur de la résistance à l'impact

Généralement un autre polymère ajouté à un polymère mélangé de façon à accroître sa résistance aux dommages causés par un impact.

Additifs

Matériaux mélangés aux polymères pour rendre ceux-ci faciles à transformer, pour donner à l'application finale les propriétés requises et pour assurer une protection contre les effets du climat. On peut dire que : 'polymères + additifs = plastiques'.

Alcali/solution alcaline

Substances ou solutions de substances pouvant neutraliser les acides afin de rendre les substances plus inertes.

Antioxydant

Substance ajoutée à un polymère pour le rendre résistant aux effets du climat ou de l'environnement.

Appareil respiratoire autonome

Cylindre d'air comprimé relié à un masque qui chasse les gaz de combustion et la fumée de l'air respiré par un pompier luttant contre un incendie.

Bien semi-finis

Feuilles, profilés, barres et tuyaux fabriqués en plastiques et nécessitant un nouveau traitement avant d'être incorporés dans des biens finis.

Bois d'œuvre

Terme générique désignant les planches, les panneaux et les profilés fabriqués en bois.

Broyage

Réduction de grands morceaux ou composants en plastique en petites fractions pouvant être recyclées.

Catégorie

Autre terme pouvant se substituer çà celui de formule ou de mélange. Souvent associé à une certaine forme de classement pour indiquer le type de matériau.

Charge

Généralement un minéral en poudre fine, comme la chaux ou la craie, qui est mélangé avec un polymère soit pour modifier ses propriétés soit pour le rendre meilleur marché.

Cendres lourdes

Cendres se formant au fond de la chambre de combustion dans un incinérateur. Elles peuvent revêtir la forme de poussières, de morceaux ou de mâchefer.

Cendres volantes

Particules très fines, produites dans l'incinérateur et entraînées dans les gaz d'évacuation.

Compatibilité

Aptitude à constituer un mélange homogène, comme l'alcool et l'eau; l'eau et l'huile, en revanche, sont incompatibles.

Compound

Dans le secteur de la plasturgie, un compound est le produit de l'amalgame énergétique de produits entre eux, souvent avec application de chaleur. Aucune nouvelle substance chimique n'est formée. Ainsi, les polymères sont mélangés à des additifs pour former des compounds.

Châssis d'ordinateur

Enveloppe extérieure ou coque d'un ordinateur personnel ou PC.

Chutes

Morceaux de feuilles, barres ou profilés en plastiques qui sont en excédent dans le composant ou la structure qui est fabriqué.

Conversion/transformation

Processus de moulage ou d'extrusion des compounds de plastiques en produits finis ou en composants de produits finis.

Copolymère

Polymère constitué de deux ou plusieurs monomères différents.

Dégazage

Processus de transformation de la mousse de plastique en plastique solide

Extrusion

Processus consistant à faire passer du plastique fondu par un orifice préformé pour fabriquer un tuyau ou un profilé.

Fabrication de compounds

Processus d'extrusion durant lequel divers additifs sont ajoutés aux résines mélangées et chauffés/compressés pour former un plastique. Les additifs sont incorporés dans la matrice.

Filtre en tissu

Sac ou diaphragme de fine toile par lequel traversent les gaz d'évacuation à la sortie de la cheminée. Sert à filtrer toutes les fines poussières en présence dans les gaz.

Formule

Sélection des composants (additifs comme les stabilisants, les colorants, les durcisseurs, les plastifiants, les filtres, etc.) d'un mélange de façon à obtenir les propriétés spécifiques optimales pour l'utilisation finale souhaitée. L'établissement de formules par des techniciens expérimentés est indispensable pour les produits devant répondre à un cahier des charges ou être utilisés dans des conditions particulières.

Gaz de combustion

Gaz produits dans un incinérateur et s'évacuant par la cheminée de l'incinérateur pour être rejetés dans l'environnement.

Eau potable

Eau propre à la boisson.

Gainage

Isolants autour des câbles et des fils fabriqués en plastique, comme le PVC ou le PE, mais aussi en toile huilée suivant l'utilisation du fil ou du câble.

IRM

Installation de récupération des matériaux.

Matériaux vierges

Nouveaux matériaux allant être traités pour la première fois.

Mélange/mélanger

Produit/procédé consistant à associer des produits ensemble.

Moule/moulage

Cavité préformée dans laquelle les plastiques sont forcés. Après refroidissement, le moulage garde la forme du moule.

Mousse de plastique

Plastiques dans lesquels des gaz, générés par un agent moussant, ont été introduits durant les processus de moulage ou d'extrusion de façon à les rendre plus légers et moins denses.

Nanogramme

Millionième partie d'un gramme (10⁻⁹)

Plastifiants

Composés organiques, mélangés parfois avec les polymères pour améliorer la flexibilité des plastiques. Les plastifiants les plus courants sont les phtalates.

Polymère

Matériau organique composé d'une masse moléculaire importante dans laquelle un motif, le monomère, est répété un grand nombre de fois. Dans la plupart des plastiques, la chaîne principale est faite d'atomes de carbone. Les polymères sont presque toujours mélangés avec des additifs avant utilisation. Plastiques = polymères + additifs.

Recyclage matière

Le recyclage matière est un processus par lequel les chaînes de polymères sont fragmentées en leurs composantes de base. Pour un grand nombre de polymères, les unités de base sont les hydrocarbures, alors que pour les polymères halogénés les unités de base sont les hydrocarbures plus le chlorure ou le fluorure d'hydrogène. Les déchets plastiques sont dépolymérisés soit en monomères, qui peuvent être utilisés à nouveau directement pour la polymérisation (chemolyse), soit en matières chimiques de poids moléculaire inférieur (thermolyse ou craquage), qui peuvent être utilisées, comme le pétrole naturel, dans diverses réactions chimiques, notamment la production de polymères.

Résine

Polymère à haute densité d'origine industrielle résultant de la réaction chimique entre deux ou plusieurs substances, provoquée généralement par la chaleur ou un catalyseur. Cette définition couvre le caoutchouc synthétique, les silicones (élastomères).

RUS

Résidus urbains solides.

Suie

Dépôt noir constitué de fines particules formées par la combustion d'un carburant.

Résidus

Les matériaux qui restent après la séparation des déchets du premier matériau récupéré (par, exemple, le métal ou le plastique).

Système d'aspersion

Système de jets d'eau incorporé à la structure d'un immeuble qui s'actionne automatiquement en cas de feu accidentel dans le bâtiment.

Thermoplastique

Polymère qui se ramollit à l'exposition à la chaleur (la température de ramollissement dépend du plastique) et reprend sa forme normale lorsqu'il est refroidi à la température ambiante.

Thermodurcissable

Propriété en vertu de laquelle le polymère se solidifie ou «prend» irrémédiablement lorsqu'il est exposé à la chaleur. Cette propriété est habituellement liée à des réactions croisées induites par le chauffage ou la radiation. Dans nombre de cas, il est nécessaire d'ajouter des agents de conservation (péroxydes organiques ou soufre). Les matériaux peuvent encore être recyclés; après broyage, ils peuvent être ajoutés comme additifs à d'autres polymères.

ANNEXE 7a

ISO 1043-1: Plastiques 1987 - Symboles (extraits)
Partie 1: Les polymères de base et leurs caractéristiques particulières

Symboles pour les matériaux polymères naturels et homopolymériques

Symbole	Matériau
AC	Acétate de cellulose
ACB	Acétate - butyrate de cellulose
ACP	Acétate - propionate de cellulose
CF	Crésof-formaldéhyde
CMC	Carboxyméthyle de cellulose
NC	Nitrate de cellulose
CP	Propionate de cellulose
CTA	Triacétate de cellulose
CE	Cellulose d'éthyle
EP	Epoxine: Epoxy
FF	Furanne-formaldéhyde
HFP	Hexafluoropropylène
MC	Cellulose de méthyle
MF	Mélatamine-formaldéhyde
PA	Polyamide
PAI	Polyamide/imide
PAN	Polyacrylonitrile
PAUR	Polyester uréthane
PB	Polybutane - 1
PBA	Polybutyle acrylate
PBT	Polybutylène téréphthalate
PC	Polycarbonate
PCTFE	Polychlorotrifluoroéthylène
PDAP	Polydiallyle phthalate
PE	Polyéthylène
PEEK	Polyétheretherketone
PEI	Polyétherimide
PEO	Oxide de polyéthylène
PES	Sulfone de polyéther
PET	Polyéthylène téréphthalate
PEUR	Polyéther urétane
PF	Phénol-formaldéhyde
PFA	Perfluoroalkoxy alkane
PI	Polyimide
PIB	Polyisobutane: Polyisobutylène
PIR	Polyisocyanurate
PMI	Polyméthacrylimide
PMMA	Polyméthacrylate de méthyle
PMP	Polyméthylpentène
PMS	Poly- α -méthylstyrène
POM	Polyoxyde de méthylène (polyacétale): polyformaldéhyde
PP	Polypropylène

PPE	Polyphéniline éther
PPO	Polyphényle oxide
PPOX	Polyoxypropylène
PPS	Polysulfure de phénylène
PPSU	Polyphénilène sulfone
PS	Polystyrène
PSU	Polysulfone
PTFE	Polytétrafluoroéthane
PUR	Polyuréthane
PVAC	Acétate de polyvinyle
PVAL	Alcool polyvinylique
PVB	Butirale de polyvinyle
PVC	Chlorure de polyvinyle
PVDC	Chlorure de polyvinylidène
PVDF	Fluorure de polyvinylidène
PVF	Polyfluorure de vinyle
PVFM	Polyformol de vinyle
PVK	Polycarbarde de vinyle
PVP	Polypyrrolidone de vinyle
SI	Silicone
SP	Polyester saturé
TFE	Tétrafluoroéthylène
UF	Urée-formaldéhyde
UP	Polyester insaturé

Symboles pour les matériaux copolymériques

Symbole	Matériau
A/B/A	Acrylonitrile/butadiène/acrylate
ABS	Acrylonitrile/butadiène/styrène
A/CPE/S	Acrylonitrile/polyéthylène chloré/styrène
A/EPDM/S*	Acrylonitrile/éthylène-propylène-diène/styrène
A/MMA	Acrylonitrile/méthacrylate de méthyle
ASA	Acrylonitrile/styrène/acrylate
E/EA	Ethylène/acrylate d'éthyle
E/MA	Ethylène/acide méthacrylique
E/P	Ethylène/propylène
EPDM*	Ethylène/propylène/diène
E/TFE	Ethylène/tétrafluoroéthylène
E/VAC	Ethylène/acétate de vinyle
E/VAL	Ethylène/vinyle alcool
FEP	Perfluoro(éthylène/propylène) : Tetrafluoroéthylène/hexafluoropropylène
MBS	Méthacrylate/butadiène/styrène
MFA	Perfluoroalkoxy alkane: Tétrafluoroéthylène/Perfluorométhylvinyle éther
MPF	Mélatamine/phénol-formaldéhyde
PEBA	Polyéther bloc amide
PFA	Perfluoroalkoxy alkane: Tétrafluoroéthylène/Ether perfluoropropylvinyle
SAN**	Styrène/acrylonitrile
S/B	Styrène/butadiène
SMA	Styrène/anhydride maleic
S/MS	Styrène/a-méthylstyrène
VC/E	Chlorure de vinyle/éthylène
VC/E/MA	Chlorure de vinyle/éthylène/acrylate de méthyle
VC/E/VAC	Chlorure de vinyle/éthylène/acétate de vinyle
VC/MA	Chlorure de vinyle/acrylate de méthyle
VC/MMA	Chlorure de vinyle/méthacrylate de méthyle
VC/OA	Chlorure de vinyle/acrylate d'octyle
VC/VAC	Chlorure de vinyle/acétate de vinyle
VC/VDC	Chlorure de vinyle/chlorure de vinylidène

* EPDM est un symbole du caoutchouc ; pour les définitions voir ISA 1629.

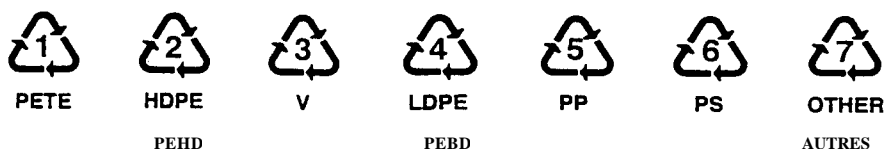
** Au Japon et aux Etats-Unis, le symbole 'SAN' est utilisé.

PVC-U	PVC non plastifié
PVC-P	PVC plastifié
PVC-E	PVC expansé (mousse)

ANNEXE 7b

Marque d'identification pour l'emballage

La séparation des matériaux plastiques en vue du recyclage est très facilitée si les produits fabriqués en plastique portent une marque d'identification. On s'accorde maintenant généralement à reconnaître que les articles d'emballage en plastique devraient être marqués en utilisant le code mis au point par la Society of the Plastics Industry in America. Les symboles utilisés dans le code sont illustrés ci-dessous.



Les matériaux originaires d'Europe porteront des versions modifiées des symboles ci-dessus :

PETE = PET	Polyéthylène téréphtalate
HDPE = PE-HD	Polyéthylène à haute densité
V = PVC	Chlorure de polyvinyle
BDPE = PE-BD	Polyéthylène à basse densité
PP = PP	Polypropylène
PS = PS	Polystyrène
Autres	Autres polymères ou mélanges

Pour les applications hors emballages, le marquage sur les composants en plastique sera vraisemblablement conforme à ISO 11469 ; 1993 (E), Plastics - Generic identification and marking of plastics products.

ANNEXE 8

Normes d'émission pour les incinérateurs de déchets (en mg/m³, teneur en O₂ de 11 %) fixées par l'Union européenne

Polluant	Directive de la CE sur l'incinération des déchets (2000/76/EC)		
	Valeur limite moyenne journalière	A - Valeur limite moyenne sur une demi-heure (100 pour cent 2)	B - Valeur limite moyenne sur une demi heure (97 pour cent 2)
HCl	10	60	10
HF	1	4	2
SO ₂	50	200	50
NO _x	200 (> 6t/h) 400 (< 6t/h)	400	200
CO	50	100	50
Substances organiques	10	20	10
Poussière	10	30	10
Métaux lourds	Limite moyenne d'émission sur les différentes périodes d'échantillonnage		
	[½ - 8 h]		
Σ Cd et Tl	Total 0,05		total 0,13)
Hg	0,05		0,13)
As, Sb, Cr, V, Sn, Pb, Co, Ni, Cu, Mn	Total 0,5		total 0,13)
	[6 - 8 h]		
Dioxines et furannes (valeurs en équivalents toxicité)	0,1 x 10 ⁻⁶ TE1)		

- 1) = 0,1 ng TE/m³
- 2) soit aucune des valeurs moyennes sur la demi-heure ne dépasse une des valeurs limites d'émission indiquées dans la colonne A, soit, le cas échéant, 97 % des valeurs moyennes sur la demi-heure durant l'année ne dépassent une des valeurs limites d'émission indiquées dans la colonne B
- 3) jusqu'au 1er janvier 2007, valeurs moyennes pour les installations existantes dont le permis d'exploitation a été accordé avant le 31 décembre 1996 et qui n'incinèrent que des déchets dangereux

ANNEXE 9

Pour plus d'informations sur le recyclage des plastiques, contacter :

ASSOCIATIONS REGIONALES
<p>APME (Association of Plastic Manufacturers in Europe) Avenue E Van Nieuwenhuysse 4 Box 3 B-1160 Bruxelles BELGIQUE Tél: 32 2 675 3258 / Fax: 32 2 675 4002 E-Mail: info@apme.org Site web: http://www.apme.org</p>
INSTITUTS NATIONAUX
<p>ÖKI-Österreichisches Kunststoffinstitut Franz grill Strasse 5 A-1030 Vienne AUTRICHE</p>

Pour plus d'informations sur le recyclage des déchets de câbles (fabricants de machines ou installations de recyclage), contacter :

ASSOCIATIONS INTERNATIONALES
<p>BIR Bureau of International Recycling Avenue Franklin Roosevelt, 24 B-1050 Bruxelles BELGIQUE Tél: 32 2 627 5770 / Fax: 32 2 627 5773 E-Mail: info@bir.org Site web: http://www.bir.org</p>
ASSOCIATIONS REGIONALES
<p>EUROMETREC European Metal Trade & Recycling Federation c/o BIR Avenue Franklin Roosevelt, 24 B-1050 Bruxelles BELGIQUE Tel: 32 2 627 5770 Fax: 32 2 627 5772 Site web: http://www.eurometrec.org</p>

ASSOCIATIONS NATIONALES

AUSTRALIE

ACOR Australian Council of Recyclers
 Level 11, Elisabeth Towers
 418A Elisabeth Street
 AUS - Surrey Hills, NSW 2010
 AUSTRALIE
 Tel: 61 2 9282 6400 / Fax: 61 2 9281 2546

AUTRICHE

BUNDESGREMIUM DES SEKUNDÄRROH- STOFFHANDELS
 Wiedner Hauptstraße 63
 PO Box 440
 A - 1045 VIENNE
 AUTRICHE
 Tél: 43 1 501 05 35 61 / Fax: 43 1 505 38 51
 E-Mail: bggr3@wkoesk.wk.or.at

BELGIQUE

COBEREC ASBL
 Rue des Comédiens, 16/22
 Boîte 7
 B - 1000 BRUXELLES
 BELGIQUE
 Tél: 32 2 2230801 / Fax: 32 2 2190022
 E-Mail: info@coberec.be
 Site web: <http://www.coberec.be/>

BULGARIE

BAMT Bulgarian Association of Metal Traders
 26 Hristo Botev Boulevard, ap 12, floor 4
 1000 SOFIA
 BULGARIE
 Tél: 359 2 52 60 98 or 9533288 / Fax: 359 2 52 60 98
 E-Mail: b_a_m_t@yahoo.com

CHINE

China Environment Protection Industry Development Corporation
 25 Yuetan North Street
 Xicheng District
 100834 BEIJING
 CHINE
 Tél: 86 10 6 8334022 / Fax: 86 10 6 8334099
 E-Mail: mailto:crrc@mx.cel.gov.cn

CHINE

CAMU - CHINA ASSOCIATION OF METAL SCRAP UTILISATION
 3504 No. 17B Xichangan St.
 CN - 100031 BEIJING
 CHINE
 Tél: 86 10 6 6085516/6 6013515

<p>Fax: 86 10 6 6085450 Site web: http://www.sinosteel.com/</p>
<p>CUBA</p> <p>UERMP Union De Empresas De Recup De Materias Primas Director General: Miguel MACIAS SAINZ Av. Primera E/t 16 - 18 No. 1604 Miramar, Playa CU – LA HAVANE CUBA Tél: 55 7 53 24 06 82 Fax: 55 7 53 24 06 81 E-Mail: casa.compra@uermp.columbus.cu</p>
<p>REPUBLIQUE TCHEQUE</p> <p>SPDS - APOREKO SVAZ PRUMYSLU DRUHOTNYCH SUROVIN Skrétova ul. 6 CZ - 120 59 PRAGUE 2 REPUBLIQUE TCHEQUE Tél: 420 2 242 32 414 / Fax: 420 2 242 32 414</p>
<p>DANEMARK</p> <p>NRF - NORDIC RECYCLING FED. C/O H.J. HANSEN HOLDING A/S c/o H J Hansen Holdings A/S Verstergade 97/101 PO Box 927 DK - 5100 ODENSE C DANEMARK Tél: 45 63 12 82 00 / Fax: 45 63 12 82 19 E-Mail: nrf@nordic-recycling.org Site web: http://www.nordic-recycling.org/</p>
<p>FRANCE</p> <p>FEDEREC Rue de Prony 101 F - 75017 PARIS FRANCE Tél: 33 1 40 54 01 94 Fax: 33 1 40 54 77 88</p>
<p>ALLEMAGNE</p> <p>VEREIN DEUTSCHER METALL- HÄNDLER EV. - VDM Ulrich-von- Hassell-Straße 64 D - 53123 BONN ALLEMAGNE Tél: 49 228 25901 0 Fax: 49 228 25901 20 E-Mail: metallverein@t-online.de Site web: http://www.metallverein.de/</p>
<p>ALLEMAGNE</p> <p>BVSE - BUND.SEKÜNDÄRROHSTOFFE UND ENTSORGUNG E.V. Hohe Strasse 73 D - 53119 BONN ALLEMAGNE</p>

<p>Tél: 49 228 988 49-0 Fax: 49 228 988 49-99 E-Mail: info@bvse.de Site web: http://www.bvse.de/</p>
<p>HONGRIE</p> <p>ASSOCIATION NATIONALE DES RECYCLEURS (HOE) Ajtosi Dürer Sor 5, III. Em1 H - 1146 BUDAPEST HONGRIE Tél: 36 1 3430556/3522579 Fax: 36 1 3430985 E-Mail: hoe@mail.datanet.hu</p>
<p>IRLANDE</p> <p>Metal Merchants Association of Ireland Nathan House, Christchurch Square EIR - DUBLIN 8 IRLANDE Tél: 353 1 45 44 333 / Fax: 353 1 45 44 690</p>
<p>ITALIE</p> <p>ASSOFERMET Corso Venezia 47-49 I - 20121 MILAN ITALIE Tél: 39 02 760 08807 / Fax: 39 02 781 027 E-Mail: marcemas@tin.it Site web: http://www.assofermet.it/</p>
<p>PAYS-BAS</p> <p>METAAL RECYCLING FEDERATIE P.O. Box 85645 P-B - 2508 CH LA HAYE PAYS-BAS Tél: 31 70 362 46 10 / Fax: 31 70 363 63 48 E-Mail: mail@mrf.nl Site web: http://www.mrf.nl/</p>
<p>PORTUGAL</p> <p>ANAREPRE Associação Nacional Dos Recuperadores De Produtos Reciclavers Praca das Industrias P-Lisbonne 1300 PORTUGAL Tél: 351 21 360 1109 / Fax: 351 21 364 1301 E-Mail: aip@aip.pt</p>
<p>ROUMANIE</p> <p>FEDERATION PATRONALE RECOMAT Cal. Victoriei N° 152, Et. II, Cam 213, Sector 1 RO - BUCAREST ROUMANIE Tél: 40 1 3151085 / 6505216 Fax: 40 1 6597797</p>

SUISSE

VERBAND STAHL-UND- METALL-REC. SCHWEIZ (V.S.M.R.)

Konradstrasse 9

PO Box 7190

CH - 8023 ZÜRICH

SUISSE

Tél: 41 1 271 90 90 / Fax: 41 1 271 92 92

E-Mail: gerster@jpg.ch

Site web: <http://www.vsmr.ch/>

ROYAUME-UNI

BRITISH METALS RECYCLING ASSOCIATION

16 High Street

Brampton

Huntingdon

Cambs PE28 4TU

ROYAUME- UNI

Tél: 00 44 1480 455249 / Fax: 00 44 1480 453680

E-Mail: admin@britmetrec.org.uk

ETATS-UNIS

ISRI

1325 G Street, N.W.

Suite 1000

E-U - WASHINGTON, DC 2005-3104

ETATS-UNIS

Tél: 1 202 737 1770

Fax: 1 202 626 0900

E-Mail: isri@isri.org

Site web: <http://www.isri.org/>

D'autres associations peuvent être trouvées sur les sites web de l'Association régionale ou internationale

Autres références :

Matériel de recyclage

Alfred A Nijkerk "Handbook of Recycling Techniques"

Troisième édition, ISBN 90-802909-1-2

Septembre 1996

F Johannaber "Kunststoff Maschinen Führer"

Troisième édition, Carl Hanser Verlag

Munich, 1992

Saechtling "Kunststoff Taschenbuch

Vingt-cinquième édition, Carl Hanser Verlag

Munich, 1989

ANNEXE 10

Catégories de déchets définies par l'ISRI (Institute of Scrap Recycling Industries) et le BIR (Bureau of international recycling)

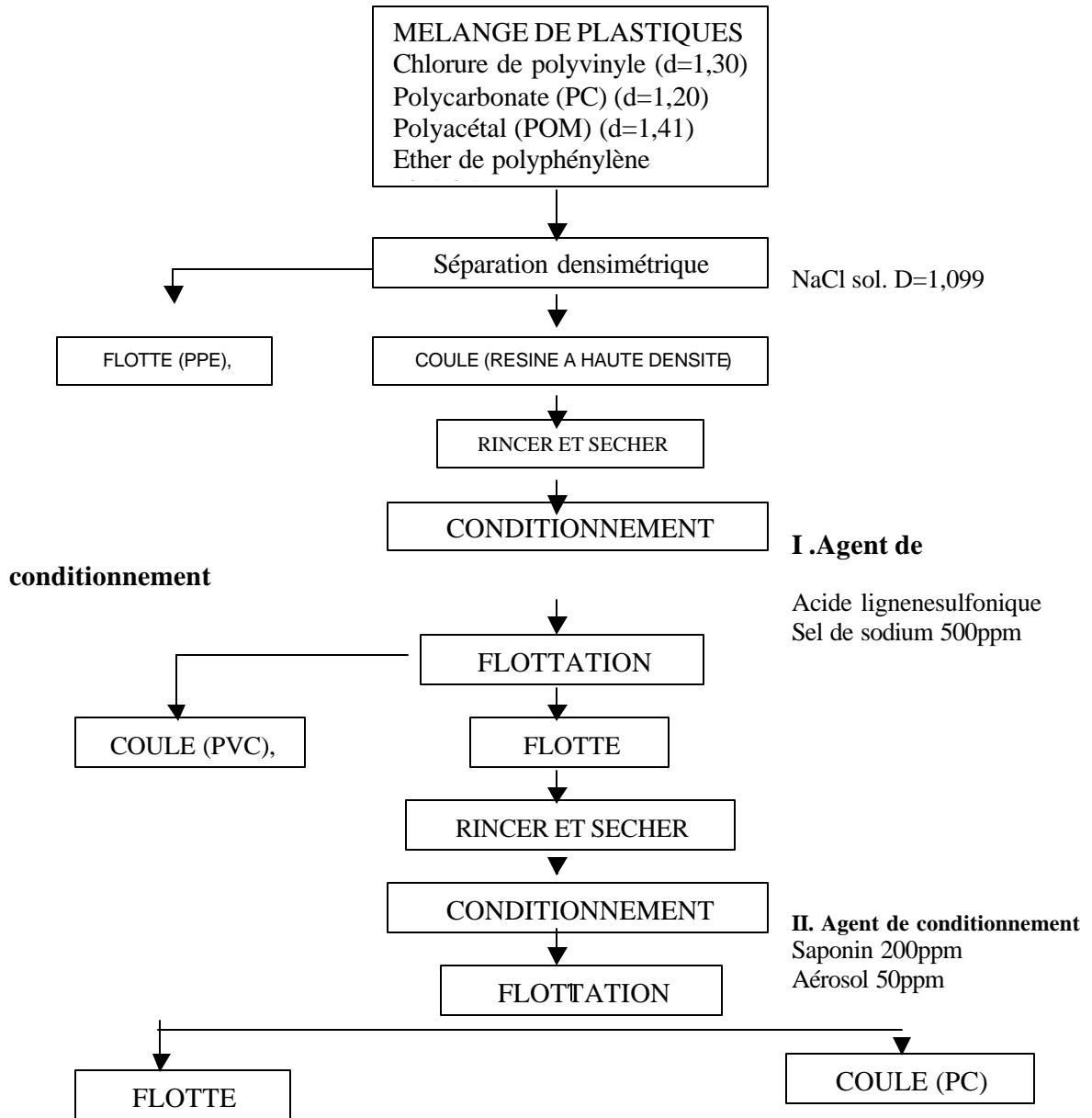
Sur le site www.bvse.de, à la section publication intitulée « bvse u. BIR-Qualitäten-verzeichnis für Altkunststoffe », il est possible de trouver ou de se procurer les classifications actuelles des déchets plastiques (On peut en obtenir gratuitement un exemplaire). Le même site propose aussi d'autres brochures sur le recyclage des plastiques. Le site web <http://www.isri.org/specs/index-htm> permet de consulter chacun des chapitres suivantes de la circulaire 2001 de l'ISRI sur les spécifications des déchets :

Chapitres

- Introduction
- Déchets non ferreux
- Déchets ferreux
- Rognures de verre
- Stock de papier/opérations nationales
- Stock de papier/opérations d'exportation
- Déchets plastiques
- Opérations concernant les métaux

ANNEXE 11

DIAGRAMME SUR LA SEPARATION DE QUATRE PLASTIQUES



Graphique 4 Diagramme de séparation de quatre matériaux plastiques par séparation densimétrique et flottation

ANNEXE 12

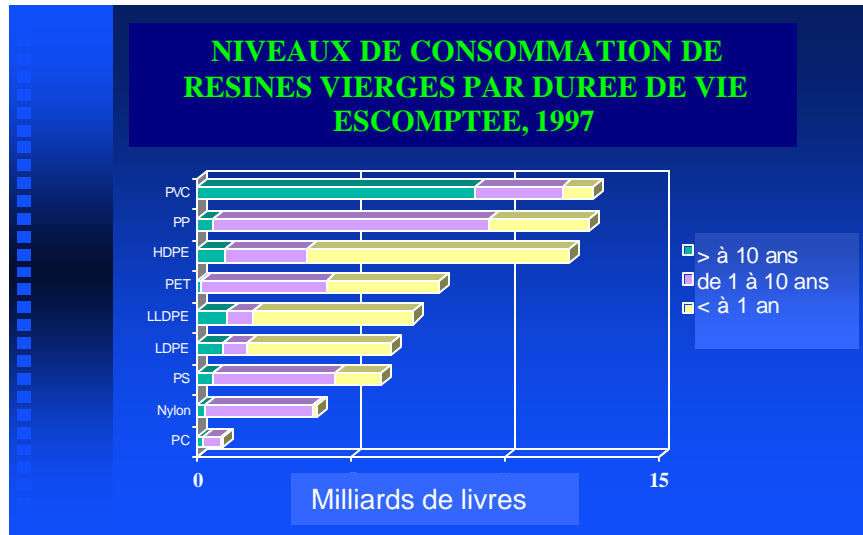
Type et quantité de déchets plastiques issus de divers procédés de traitement

Origine/activité génératrice de déchets	Type et quantité de déchets
Mélange à sec par malaxeur Banbury	Agglomérés de poudre issus du filtrage des coulures, opérations défectueuses
Extrusion de déchets	Gros morceaux et torons issus de la purge des machines. Déchets générés durant une opération défectueuse (surchauffe, impuretés du matériau de base). Compounding à façon: 1-2 % de la quantité traitée. Compounding en ligne: 0,2 % de la quantité traitée.
Moulage par injection	Jets et coulées. Les déchets sont normalement rebroyés et retraités dans une proportion se situant entre 1-15 % du matériau de base. Environ 1 % de meulures sales, balayures, gros morceaux issus de la purge et de moulages contaminés.
Extrusion de tubes, gaines ou profilés	2-3 % de déchets issus des procédés courants d'extrusion Jusqu'à 40-50 % de déchets pour les produits fabriqués à partir de chutes de barres.
Gonflage de films	Amorces, queues et rejets de films. Purge de la machine.
Extrusion de tôles	Génération de déchets: 15 % PE, 25 % PVC, 40 % PP-film
Revêtement par extrusion	6 % de pertes pour le revêtement par extrusion sur carton 5-6 % pour les revêtements sur fils et câbles.
Coextrusion	9-10 % de déchets (parfois 20 %) Généralement vendus à des transformateurs
Moulage par injection-soufflage	Pratiquement pas de déchets.
Moulage par extrusion	Volume des déchets fonction de la longueur de l'opération. Minimisé par une bonne conception.
Moulage par rotation	Elimination des parties ouvertes, petites quantités de débordements en bordure
Moulage « dip and slush »	Pas de chutes car le matériau forme une solution solide dans le moule. Il y a toutefois un gros risque de contamination du plastisol ou du bain de solides fluidisés, aboutissant à des rejets
Coulage	Pertes de 3-5 %
Calandrage	Coulures du mélangeur et des rouleaux cylindriques (<1 %) Bordures, amorces, bandes et queues (6-7 %)
Thermoformage	Grandes quantités de rognures 8 % dans le laminage à haute pression
Rognures latérales et chutes lors de la création d'étiquettes, de sacs, etc. à partir de laminés.	
Enduction	6-10 % de déchets, dont seule une petite quantité peut être recyclée
Plastiques cellulaires	5-10 % dans le PS expansé
Compression/ moulage transfert	2-5 % de débordements (matériau excédentaire).

Source: M.Sittig, Pollution Control in the Plastics and Rubber Industry , pp 134-163
(Noyes Data Corp., Park Ridge, N.J. 1975)

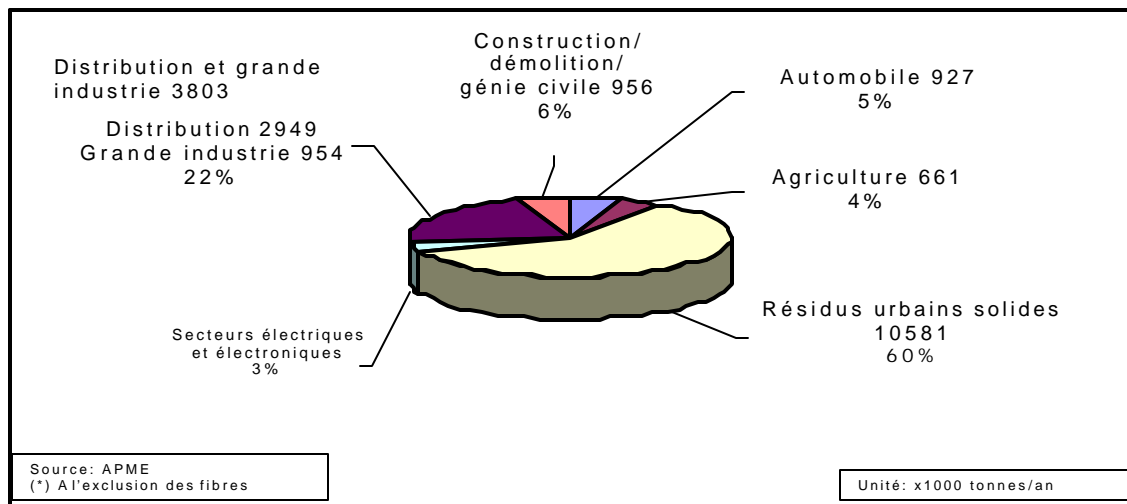
ANNEXE 13

Niveaux de consommation de résines vierges par durée de vie escomptée, 1997

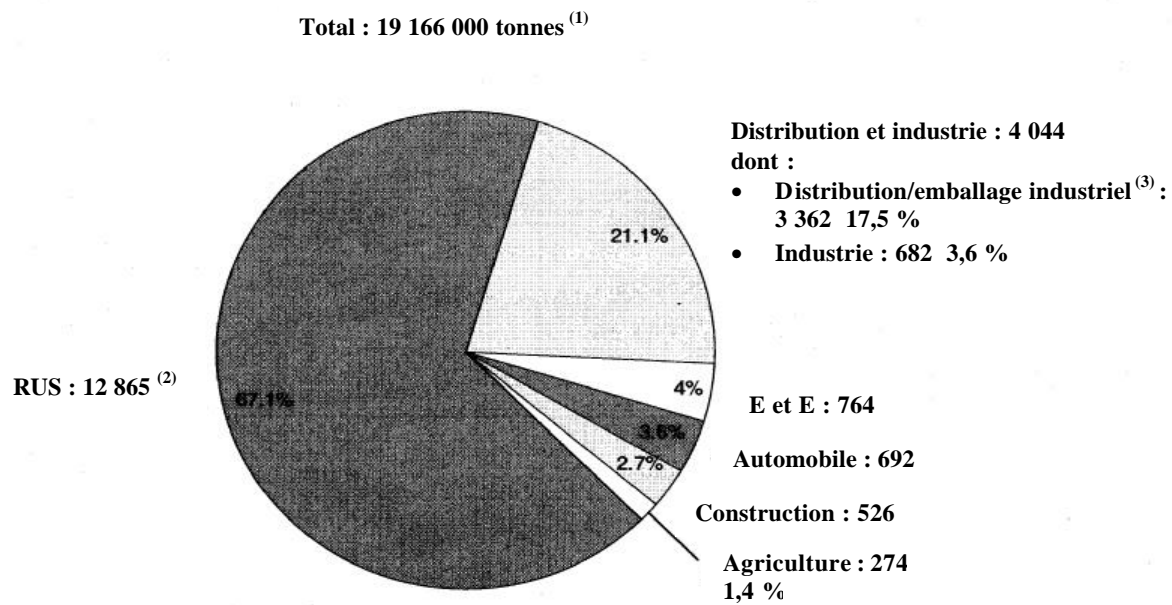


Volume total des déchets plastiques post-utilisation, par source des déchets (*), Europe de l'Ouest, 1994

(Déchets plastiques post-utilisation : 17 505 000 TONNES)



B3 - DECHETS PLASTIQUES POST-UTILISATION RECUPERABLES
B.3.1. Ventilation par secteur d'utilisation finale (Europe de l'Ouest, 1999)



Source / TN SOFRES consulting, Ministère de l'environnement, organisations de gestion des déchets

1) Déchets récupérables

2) Ménages : 80/90 % / Assimilés : 10/20 % (sont aussi inclus les petits magasins et les bureaux). Les déchets de la distribution et les déchets industriels ne sont pas inclus

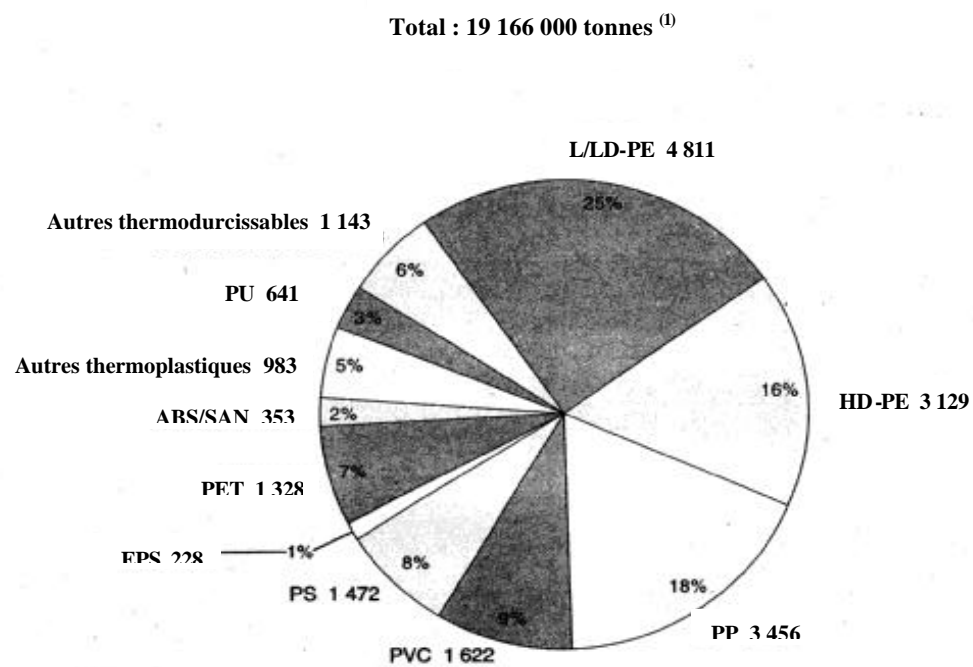
3) Supermarchés, industries

Unit: x 1 000 tonnes / year

TAYLOR NELSON SOFRES - Consulting
 Système d'information sur la gestion des déchets plastiques en Europe de l'Ouest -
 Vue d'ensemble des pays - Données de 1999 (janvier 2001)

A	B	C
D	E	F

B3 - DECHETS PLASTIQUES POST-UTILISATION RECUPERABLES
B.3.3. Ventilation par polymère (Europe de l'Ouest, 1999)



Source / TN SOFRES Consulting,
 1) Déchets récupérables

Unit: x 1 000 tonnes / year

A	B	C
D	E	F