

**Université Libre de Bruxelles**



**Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement**

**La valorisation des matières plastiques en fin de vie :  
Etat des lieux et propositions d'amélioration**

Travail de Fin d'Etudes présenté par

**Christophe Madam**

en vue de l'obtention du grade académique de

Diplômé d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement

Année Académique : 2002-2003

**Directeur de mémoire : Prof. Marc Degrez**

## REMERCIEMENTS

*Il est important pour moi de remercier les personnes qui ont accepté de me recevoir, m'informer et me conseiller :*

*Chez Solvay S.A. : Monsieur Yernaux*

*A l'IBGE : Monsieur Radermaker*

*A la ABE, Madame Foscolo*

*Je tiens à remercier également Monsieur Degrez pour m'avoir permis de mener à bien ce travail en me fournissant quelques pistes de réflexion.*

*Quant aux membres de mon entourage familial, amical et professionnel, je les remercie pour leur soutien moral et logistique sans quoi, il ne m'aurait pas été possible de terminer ce travail dans les temps.*

*Christophe Madam*

## Résumé

Cet ouvrage détaille les différents aspects des matières plastiques. Les caractéristiques générales et les secteurs d'activité consommateurs de plastiques sont mis en évidence. De même, les quantités de plastiques consommés et les quantités de déchets créés sont analysés au niveau européen. Les gisements de plastiques en fin de vie sont chiffrés pour chacun d'entre eux, ce qui a permis de déterminer les faibles taux de valorisation dans certains domaines, comme la construction, l'automobile et les appareils électriques et électroniques.

Les analyses de cycles de vie font l'objet d'une analyse critique étant donné les divergences entre les résultats.

Les différentes techniques de valorisation des déchets plastiques sont également étudiées de manière générale afin d'en apprécier les avantages et inconvénients au niveau environnemental, économique et social. Les obstacles au recyclage sont évalués, ce qui mène l'auteur à quelques pistes de réflexion quant à l'évolution future des taux de recyclage.

Les programmes d'actions en matière de gestion de déchets sont détaillés pour chaque niveau législatif. Au niveau européen, les tendances visant l'application des concepts de développement durable sont explicitées. Le niveau national est pratiquement exclu de l'étude étant donnée la régionalisation de la compétence en matière de gestion de déchets. Le niveau régional (Région Bruxelloise) sert donc de base pour la mise en application d'une politique intégrée des déchets.

Le secteur des emballages plastiques est amplement décrit au niveau européen avec, comme objectif la mise en évidence de la disparité des résultats entre les pays membres de l'Union Européenne. L'analyse ne se limite pas au niveau européen puisqu'elle détaille les filières belges du secteur des emballages ménagers.

Ensuite, l'auteur passe en revue le secteur particulier du PVC. Ce monde industriel très actif dans le domaine de la responsabilité intégrée de ses produits permet d'en faire une étude de cas. Les problèmes qu'a connus ce secteur l'ont poussé à développer des projets innovants en vue de pallier la diminution de consommation de PVC. Des budgets non négligeables sont utilisés pour la recherche de solutions adéquates pour presque chaque type de déchets. Tous les projets en cours sont détaillés de manière exhaustive pour conclure sur les avantages qu'apportent ces démarches. Les résultats ne sont toutefois pas encore disponibles, ce qui empêche l'auteur de démontrer le succès des opérations entreprises.

De nombreux secteurs d'activité (consommateurs de plastiques) ne montrent pas un grand intérêt pour le recyclage (ou la valorisation en général). Par exemple, le secteur de l'automobile et des appareils électroniques et électriques ne recycle pratiquement pas la fraction plastique de leurs déchets car d'autres matériaux présents dans le gisement présentent une valeur plus intéressante. L'auteur décrit les actions qui sont menées actuellement et tente de discerner quelques pistes d'amélioration.

L'auteur se penche également sur la problématique des déchets de plastiques mélangés. Cette fraction est valorisée thermiquement (lorsqu'il y a valorisation !) alors qu'il existe peut-être des débouchés non exploités jusqu'à présent. De nouveau, les obstacles sont nombreux et le succès de la valorisation non aisé.

Enfin, un chapitre est consacré aux plastiques biodégradables afin d'en évaluer les caractéristiques, les avantages et inconvénients et les domaines d'application possibles et ... impossibles.

L'auteur donne en conclusion des propositions d'amélioration de manière générale et pour le contexte bruxellois.

# Table des matières

<b>1</b>	<b><u>Introduction.....</u></b>	<b><u>7</u></b>
1.1	POURQUOI CE TITRE ?.....	7
<b>2</b>	<b><u>Présentation générale des plastiques .....</u></b>	<b><u>8</u></b>
2.1	LE PLASTIQUE.....	8
2.2	L'IMPORTANCE CROISSANTE DES PLASTIQUES .....	9
2.2.1	<i>Les percées du plastique sur les nouveaux créneaux et la domination du PET.....</i>	<i>9</i>
2.3	EXEMPLES DE COMPATIBILITE CHIMIQUE .....	11
2.4	PRODUCTION ANNUELLE DES DIFFERENTES RESINES.....	11
<b>3</b>	<b><u>Utilisation des ressources.....</u></b>	<b><u>14</u></b>
3.1	ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV).....	14
3.2	PRUDENCE QUANT A L'INTERPRETATION D'UNE ACV .....	15
3.3	REPARTITION DE LA CONSOMMATION DE PLASTIQUES PAR SECTEUR D'ACTIVITE .....	16
3.4	PRODUCTION DE DECHETS PLASTIQUES PAR SECTEUR D'ACTIVITE [6].....	18
<b>4</b>	<b><u>Le recyclage des matières plastiques .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
4.1	LE RECYCLAGE MECANIQUE .....	19
4.2	LE RECYCLAGE CHIMIQUE (BACK TO FEEDSTOCK RECYCLING – BTF) .....	19
4.3	LA RECUPERATION D'ENERGIE OU VALORISATION ENERGETIQUE.....	19
4.4	COMPARAISON ENTRE LES MODES DE VALORISATION .....	19
4.5	RESULTAT DES DIFFERENTS MODES DE VALORISATION.....	21
4.6	LE RECYCLAGE DES PLASTIQUES PAR SECTEUR D'ACTIVITE .....	23
4.7	L'EVOLUTION DU RECYCLAGE .....	24
4.8	LES COMPLEXES DU RECYCLAGE DU PLASTIQUE .....	26
4.8.1	<i>Obstacles au recyclage .....</i>	<i>26</i>
4.8.2	<i>Le « Financing Need » du recyclage.....</i>	<i>27</i>
4.8.3	<i>L'équilibre environnement - économie .....</i>	<i>28</i>
4.8.4	<i>La conversion des plastiques .....</i>	<i>29</i>
4.9	CONCLUSION DU CHAPITRE.....	29
<b>5</b>	<b><u>L'aspect légal encadrant la production, l'utilisation et le traitement post-consommation des plastiques .....</u></b>	<b><u>31</u></b>
5.1	AU NIVEAU EUROPEEN .....	31
5.1.1	<i>La politique de prévention .....</i>	<i>31</i>
5.1.2	<i>Le sixième programme d'actions de la Commission Européenne (2001-2010).....</i>	<i>31</i>
5.2	AU NIVEAU NATIONAL .....	35
5.3	AU NIVEAU REGIONAL – REGION BRUXELLOISE .....	35
<b>6</b>	<b><u>Le recyclage des emballages plastiques.....</u></b>	<b><u>37</u></b>
6.1	INTRODUCTION.....	37
6.2	RECYCLAGE DES EMBALLAGES PLASTIQUES EN EUROPE .....	37
6.2.1	<i>Le chiffrage professionnel.....</i>	<i>38</i>
6.2.2	<i>L'"autre chiffrage" .....</i>	<i>38</i>
6.2.3	<i>Les Etats qui ne collectent pas ou peu les plastiques.....</i>	<i>38</i>
6.2.4	<i>Les Etats qui collectent principalement les flacons et bouteilles.....</i>	<i>39</i>
6.2.5	<i>Les Etats où sont collectés tous les emballages plastiques.....</i>	<i>40</i>
6.3	EN BELGIQUE .....	41
6.3.1	<i>Le Point Vert .....</i>	<i>41</i>
6.3.2	<i>Fost Plus (emballages ménagers) [22] .....</i>	<i>42</i>
6.3.3	<i>Obstacles à l'extension du scénario FOST Plus .....</i>	<i>48</i>
6.3.4	<i>Pistes d'améliorations.....</i>	<i>48</i>

6.3.5	<i>Le « Financing Need »</i> .....	50
<b>7</b>	<b><u>Étude de cas : le PVC</u></b> .....	<b>51</b>
7.1	DESCRIPTION GENERALE [38] .....	51
7.2	ADHESION AU DEVELOPPEMENT DURABLE [49] .....	53
7.3	LES PROJETS EN COURS DE REALISATION.....	54
7.3.1	<i>Production de résine de PVC</i> .....	55
7.3.2	<i>Plastifiants</i> .....	55
7.3.3	<i>Production de stabilisants</i> .....	56
7.3.4	<i>Traitement des déchets : projets sectoriels de l'EuPC et ses membres</i> .....	57
7.3.5	<i>Traitement des déchets:Projets pilotes et R&amp;D</i> .....	59
7.4	L'ECO-EFFICACITE DES OPTIONS DE RECUPERATION [45].....	63
7.5	BUDGETS OCTROYES .....	63
7.6	CONCLUSIONS DU CHAPITRE .....	63
<b>8</b>	<b><u>L'élargissement du gisement récupérable</u></b> .....	<b>65</b>
8.1	UNE COLLECTE A STRUCTURER: LES PLASTIQUES MENAGERS .....	65
8.2	UNE FILIERE A METTRE EN PLACE: LES PLASTIQUES AGRICOLES .....	66
8.3	LE SECTEUR DE L'AUTOMOBILE .....	66
8.3.1	<i>Le secteur belge [58]</i> .....	68
8.3.2	<i>Projets innovateurs</i> .....	69
8.3.3	<i>Analyse économique</i> .....	69
8.3.4	<i>Taux d'application utile</i> .....	70
8.3.5	<i>Broyage et triage</i> .....	70
8.3.6	<i>Les matières plastiques</i> .....	71
8.3.7	<i>Développements technologiques et prévention</i> .....	71
8.4	APPAREILS ELECTRONIQUES EN FIN DE VIE [27] .....	72
8.4.1	<i>Options de diversions multiples</i> .....	73
8.4.2	<i>Utilisation des plastiques dans les appareils électroniques</i> .....	73
8.4.3	<i>Nouvelle vie pour les vieux ordinateurs</i> .....	74
8.4.4	<i>Agents ignifuges</i> .....	75
8.4.5	<i>Valeur des plastiques dans les appareils électroniques en fin de vie utile</i> .....	75
8.4.6	<i>Perspectives d'avenir</i> .....	76
8.4.7	<i>En Belgique</i> .....	77
8.5	LES PLASTIQUES MELANGES .....	78
8.5.1	<i>Description</i> .....	78
8.5.2	<i>Développement de la filière</i> .....	78
8.5.3	<i>Les avantages attendus de la filière plastiques mélangés</i> .....	79
8.5.4	<i>Les perspectives de la filière</i> .....	79
<b>9</b>	<b><u>Les plastiques biodégradables [34]</u></b> .....	<b>81</b>
9.1	POLYMERES NATURELS .....	81
9.2	POLYMERES SYNTHETIQUES.....	81
9.3	LES LIEUX D'ENFOUISSEMENT .....	81
9.4	PREMIERE GENERATION DE PLASTIQUES BIODEGRADABLES .....	81
9.5	ÉTABLISSEMENT D'UNE NORME.....	82
9.6	MARCHES A CRENEAUX .....	83
9.6.1	<i>Avantages et désavantages</i> .....	83
9.7	CONCLUSION DU CHAPITRE .....	84
<b>10</b>	<b><u>Conclusions générales</u></b> .....	<b>85</b>
<b>11</b>	<b><u>Liste de symboles et abréviations</u></b> .....	<b>88</b>
<b>12</b>	<b><u>Liste des tableaux</u></b> .....	<b>90</b>

<b><u>13</u></b>	<b><u>Liste des graphiques.....</u></b>	<b><u>91</u></b>
<b><u>14</u></b>	<b><u>Liste des schémas .....</u></b>	<b><u>91</u></b>
<b><u>15</u></b>	<b><u>Bibliographie .....</u></b>	<b><u>92</u></b>
<b><u>16</u></b>	<b><u>Annexes .....</u></b>	<b><u>95</u></b>

# **La valorisation des matières plastiques en fin de vie :**

## **Etat des lieux et propositions d'amélioration**

### **1 Introduction**

Les matières plastiques ont des caractéristiques diverses selon leur composition chimique, ce qui les rend intéressants pour de nombreuses applications dans tous les secteurs d'activité. Le plastique est utilisé pour protéger nos aliments, ce qui lui donne une fonction hygiénique ; il est utilisé dans la construction comme isolant, ce qui permet une réduction de la consommation énergétique des bâtiments ; il est utilisé dans l'industrie automobile en remplacement de matière plus lourdes, avec un impact bénéfique, là aussi, sur la consommation, etc. La liste des avantages qu'apporte l'utilisation des matières plastiques est très longue et il est inutile d'être plus exhaustif.

La société dans laquelle nous vivons en Europe de l'Ouest est basée sur une économie liée à la consommation de biens. En outre, la consommation de plastique n'a cessé d'augmenter depuis son apparition. L'abondance de matière première et le coût relativement bas ont permis le remplacement de matériaux traditionnels utilisés dans diverses applications par des objets ou pièces en plastiques. A tort ou à raison, le débat n'est pas clos, qu'importe, ce qui nous intéresse, c'est que ce phénomène perdure et est encore loin d'avoir atteint son apogée comme nous le verrons.

Ce paradigme des qualités du plastique fait de lui une matière omniprésente et extrêmement diffuse dans notre vie. Malheureusement, c'est ce qui rend difficile la tâche de la collecte – et donc de la valorisation - des produits en fin de vie, malgré l'abondance de déchets. Les pouvoirs publics, les industriels et même certains consommateurs en sont conscients et ont réagi afin de mettre en place des systèmes visant la réduction des déchets non valorisés en fin de vie. Les programmes d'actions, projets pilotes, mécanismes de collecte et de tri, études d'impact ou de comparaison entre différentes techniques de valorisation,... – basés essentiellement sur les principes du développement durable - sont multiples et permettent depuis quelques années d'obtenir les premiers résultats en termes d'économie de ressources.

Cet ouvrage développera tour à tour les différents aspects de la problématique des matières plastiques en fin de vie. La valorisation et le recyclage des matières plastiques seront étudiés à travers les principaux secteurs d'activité consommateurs de plastiques et à travers les filières de récupération et de valorisation des produits en fin de vie. Les éventuelles possibilités d'amélioration seront également mises en évidence.

#### **1.1 Pourquoi ce titre ?**

A l'instar du produit de consommation en plastique, le déchet plastique présente de nombreux avantages : outre le fait que la plupart des plastiques peuvent servir de matières premières secondaires à la fabrication de nouveaux produits ; sa composition chimique, dérivée du pétrole, en font une source d'énergie comparable à d'autres vecteurs énergétiques. Dans le premier cas, on parle de recyclage, dans le second, de valorisation énergétique. Cependant, dans les deux cas, nous pouvons globalement parler de valorisation des déchets et comme nous le verrons, le choix du mode de traitement dépendra de différents facteurs, tels la pureté et la disponibilité des gisements ou encore l'impact économique et environnemental du type de valorisation. C'est pourquoi, nous n'excluons ni l'un ni l'autre car le résultat recherché est une solution adaptée à chaque type de déchets.

## 2 Présentation générale des plastiques

### 2.1 Le plastique

Le plastique est un matériau totalement et incroyablement exceptionnel. Légèreté, malléabilité, imperméabilité, esthétique (coloration), résistance, rigidité, inflammabilité, modularité à l'envi, techniques de production adaptées à chaque produit et, bien sûr, excellent rapport propriétés/coûts, expliquent son succès phénoménal. Du maillot de bain aux pare-chocs automobiles en passant par l'emballage, l'agriculture, l'électroménager, la construction, les objets de loisirs, le plastique est partout. Le plastique est le matériau phare de la génération 2000 (ordinateurs, téléphones, portables...) et, plus encore, de celle qui va suivre. Le plastique a pratiquement gagné toutes les batailles et s'apprête à en gagner de nouvelles.

Le plastique a connu un développement foudroyant, sans comparaison avec celui des autres matériaux.

Evolution de la production mondiale de matériaux (millions de tonnes)					
	1980	1985	1990	1995	1997
Acier	716	721	770	752	794
Aluminium	16	17	19	20	21
Plastique	48	68	92	122	134

Tableau 2-1 Evolution de la production mondiale de matériaux - *Source: SPMP (Syndicat des producteurs de matières plastiques)*

Le plastique a toutes les qualités. Son seul problème, c'est son image.

Et cette image est liée à son élimination. Car, léger, le plastique s'envole au premier coup de vent, jonche les aires des grandes surfaces et le bord des routes. Un sac plastique, un gobelet ou une plaque de polystyrène a une durée de vie de plusieurs centaines d'années. Quand il n'est pas récupéré, le plastique est un désastre. Quand il l'est, le plastique est, dans la très grande majorité des cas, mis en décharge ou brûlé. La mise en décharge étant prohibée, et l'incinération rendue plus difficile. D'autres voies sont-elles possibles?

Elles sont non seulement possibles, mais souhaitables. Car le plastique ne pourra vraiment être le matériau du siècle que si les conditions de sa valorisation sont trouvées.

Les plastiques constituent un terme générique pour nommer, en réalité, une famille de matières fabriquées à partir du pétrole<sup>1</sup>. Le terme plastique comprend une large variété de produits différents. Le pétrole brut et le gaz naturel sont « craqués » et converti en monomères de base tels que l'éthylène et le propylène constitués d'atomes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène,.... Quelques transformations supplémentaires procurent une variété beaucoup plus large de monomères tels que le styrène, le chlorure de vinyle, le glycol-éthylène, l'acide téréphtalique et d'autres encore. Ces monomères sont ensuite liés chimiquement entre eux, sous forme de chaîne, ce qu'on appelle polymères. D'autres éléments interviennent dans la composition des polymères, pour donner des caractéristiques spécifiques au produit (ajout de chlore, d'azote,...). Les différentes combinaisons de liaisons forment des plastiques ayant des propriétés physiques et chimiques variables.

Trois grandes familles peuvent alors être distinguées.

---

<sup>1</sup> 4% du pétrole est utilisé pour la fabrication de la totalité des matières plastiques

- **Les thermoplastiques** qui caractérisent les plastiques malléables qui peuvent être chauffés, refroidis pour donner une forme, puis chauffés à nouveau pour une autre forme. Cette caractéristique permet la recyclabilité de la matière. Entrent dans cette catégorie:

### Principaux thermoplastiques

	Propriétés	Applications
PE (polyéthylène)	Transparence, souplesse	Films, sacs, bouteilles
HDPE (polyéthylène haute densité)	Opacité, rigidité	Bidons, conteneurs, poubelles, seaux, jouets, bouteilles de lait
PVC (polychlorure de vinyle)	Transparence, rigidité	Mobilier (bancs, fenêtres...), barrières, jouets, sols
PET (polyéthylène terephthalate)	Transparence, tenue à la pression interne	Bouteilles, boissons gazeuses, pull, rembourrage
PP (polypropylène)	Rigidité, résistance aux chocs	Boîtes, bacs, conteneurs, pare-chocs, tubes
PS (polystyrène)		Bouteilles, pots de yaourt
PA (polyamide)		Tissus

Tableau 2-2 Principaux thermoplastiques [38].

- **Les thermodurcissables** qui caractérisent les plastiques qui se figent, se rigidifient dès la première transformation, et sont de ce fait très difficiles à recycler (exemple, le PU - polyuréthane -, le silicone...).
- **Les élastomères** qui caractérisent les plastiques qui se déforment (caoutchouc...).

Au total, on compte une centaine de familles de polymères, chacune déclinée en de nombreux grades de propriétés, soit au total plus de mille produits commerciaux différents, sans compter les alliages obtenus par mélange de plusieurs polymères. On compte ainsi, entre mille et deux mille "plastiques différents".<sup>2</sup>

Élément de diversité supplémentaire, les plastiques ne sont pas toujours compatibles ou miscibles entre eux en fonction principalement de leur réaction à la chaleur et leur température de fusion.

## 2.2 L'importance croissante des plastiques

Le marché du plastique est loin d'être parvenu à maturité. L'explosion constatée au cours des dix dernières années va se poursuivre avec deux phénomènes fondamentaux:

### 2.2.1 Les percées du plastique sur les nouveaux créneaux et la domination du PET

Le plastique s'apprête à mordre sur des marchés encore détenus par d'autres matériaux. Trois "concurrences" se préparent:

<sup>2</sup> Sans compter les plastiques qui, bien que connus, sont utilisés pour de nouvelles applications notamment en emballages comme ce fut le cas pour la bouteille de jus de fruits en PAN, (polyacrylonitrile).

### Plastique "contre" acier

Cette "concurrence" s'exerce surtout dans l'automobile. Le plastique prend une part de plus en plus importante dans la construction d'une automobile, de quelques kilogrammes à près de 100 kg (actuellement) sur une trentaine d'année [21].

### Plastique "contre" bois et carton

Conformément à leur stratégie axée sur la baisse des coûts externes et le développement parallèle d'une politique de marque, la société de grande distribution souhaite disposer de palettes et cartons de présentation qui soient performants, à faible prix, maniables (présentation des palettes directement en rayon) et à leur marque. Les palettes en plastique répondent à ces objectifs. Sans doute, un élément de tension de plus entre producteur et distributeurs et une nouvelle bataille en perspective;

### Plastique "contre" verre [38]

Mais ces deux "concurrences" ne sont rien par rapport au "vrai combat" du "plastique *versus* verre". En particulier sur le marché de la bouteille de bière qui compte 300 milliards d'unités dans le monde (les trois quarts en bouteilles de verre, un quart en "canettes" emballage acier ou aluminium). Plusieurs expériences ont été menées ces dernières années dont quelques unes ont abouti. Nous faisons référence à la littérature pour de plus amples informations à ce sujet. Notons toutefois qu'il existe plusieurs techniques différentes :

- **l'option monocouche.** Il s'agit d'une bouteille en PET. Le PET ne connaît pas une étanchéité parfaite (il laisse s'évaporer les gaz). La durée de conservation est limitée à trente jours. *Kronenbourg* utilise les bouteilles monocouche pour des bières dites "événementielles" (bière de mars...).
- **l'option tricouches, ou cinq couches.** Il s'agit de juxtaposer plusieurs couches de PET mêlées à d'autres matériaux (nylon..), afin d'améliorer la conservation qui passe à trois mois (tricouches) ou six mois (cinq couches). Continental Can a développé une bouteille de ce type.
- **les nouveaux plastiques monocouches.** Il existe plusieurs recherches (le PEN ou PAN), mais c'est encore très cher.
- **le monocouche pulvérisé au carbone.** Cette technique japonaise permet d'obtenir, sur une monocouche en PET - donc facile à recycler -, une barrière garantissant l'étanchéité. La durée d'utilisation est de six mois.

Ce phénomène se développe en France, avec de nouvelles bouteilles en plastiques multicouches ou en nouveau matériau. Cela a suscité, là aussi, une crainte des collectivités locales et une réaction d'Eco-Emballages. Il existe en effet, un conflit entre la recherche de nouvelles matières, résultat du développement technologique et le système de recyclage existant. En France, la réponse a été financière. Le principe du doublement du barème de contribution à Eco-Emballages sur les produits non recyclables (aux conditions du moment) par rapport au tarif appliqué aux emballages en plastiques recyclables.

Ces oppositions ne sont cependant pas irréductibles. Beaucoup pronostiquent que la bouteille de bière plastique, encore en gestation, s'imposera:

- **pour des raisons techniques.** La dernière technique japonaise de monocouche PET durci au carbone paraît très prometteuse;
- **pour des raisons économiques.** Passé le premier développement, la bouteille plastique sera beaucoup moins coûteuse que tous les autres emballages;
- **pour des raisons de marketing.** Il est apparu que le marché de la bière est de plus en plus concurrencé par celui des "*soft drinks*" (boissons et sodas sans alcool). Un nouveau souffle ne peut être attendu du contenu (les tentatives dans ce domaine restent très marginales: bières sans alcool, bières aromatisées...), mais des

contenants. Le plastique permet d'adopter un marketing spécial, beaucoup plus sophistiqué et proche du marketing alimentaire.

L'Europe est le lieu idéal de cette nouvelle percée, tant parce que les oppositions écologiques y sont moins fortes que parce que le marketing alimentaire y est beaucoup plus développé qu'ailleurs. D'ailleurs, à l'heure actuelle, nombre de bouteilles de bière et soft drinks sont en plastique.

## 2.3 Exemples de compatibilité chimique

	PA	PE	PP	PVC
PA	Oui			
PE	Non	Oui		
PP	Variable	Variable	Oui	
PVC	Non	Non	Non	Oui

Tableau 2-3 Exemples de compatibilité chimique – Source : [38]

On distingue également plusieurs modes de fabrication parmi lesquels:

- **l'extrusion.** Dans un cylindre chauffé, une vis pousse la masse à mouler vers l'avant, la compression la ramollit et l'homogénéise. A la sortie du cylindre, la masse plastifiée prend la forme désirée (granules);
- on peut aussi combiner l'extrusion avec le **soufflage.** Ainsi, à la sortie du cylindre, la matière est collée contre les parois d'un moule, ce qui permet de fabriquer des corps creux à des cadences de production très élevées;
- le **moulage**, par compression, par injection ou par trempage (pour la fabrication d'objets minces ou de films plastiques utilisés pour les sacs et les couvertures agricoles...).

## 2.4 Production annuelle des différentes résines

Les volumes de production (à l'échelle européenne – 2000 – source : APME) des principaux types de plastiques sont repris dans le tableau suivant.

	Production de Thermoplastes (en kilotonnes) (augmentation de 3.2% p.r. à 1999)		
	Masse de plastique	Masse de non-plastique	Masse totale
Résine consommée			
LDPE/LLDPE	7.121	465	7.586
HDPE	4.837	121	4.958
PP	5.524	1.535	7.059
PVC	5.243	510	5.753
PS/EPS	3.066	0	3.066
PET	1.695	1.407	3.102
ABS/SAN	703	0	703
PMMA	321	0	321
Acétals	167	0	167
Poly carbonate	360	0	360

Polyamide	637	645	1.282
Acrylique	0	331	331
Autres	1.091	0	1.091
<b>Total</b>	<b>30.765</b>	<b>5.014</b>	<b>35.779</b>
	<b>Production de Thermodurcissables (augmentation de 3% p.r. à 1999)</b>		
Alkyd	0	355	355
Amino	844	1.760	2.604
Phénolique	407	610	1.017
Résines époxy	96	297	393
Polyesters	407	77	484
Polyuréthane	1.721	639	2.360
<b>Total</b>	<b>3475</b>	<b>3738</b>	<b>7213</b>

Tableau 2-4 Volume de production des principaux types de plastiques – *Source : APME 2002*

Les thermoplastes représentent 83% du total des plastiques produits en 2000. Ce sont les matières plastiques les plus couramment recyclées.

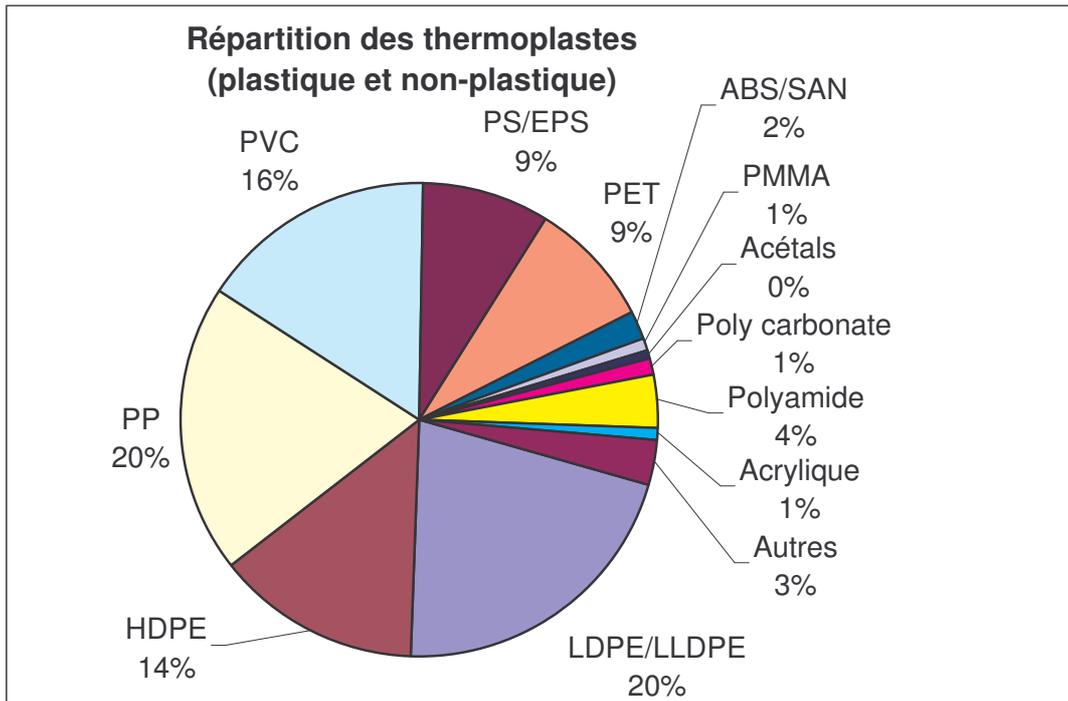
Cinq familles de résines sont responsables de 75% des thermoplastes : le PE (LDPE+LLDPE+HDPE), le PP, le PVC, le PS (+EPS) et le PET. Ces matériaux – excepté le PVC<sup>3</sup> ont connu la plus forte évolution. En particulier, la production de PET a crû de 10.8% entre 1999 et 2000. Le remplacement des bouteilles PVC par des bouteilles en PET en est le principal facteur.

En 2000, la consommation de plastiques était de 36,8 Mt<sup>4</sup>, ce qui représente une augmentation de 3.4% par rapport à 1999. La consommation moyenne par individu est ainsi estimée à 91.5 kg en 2000.

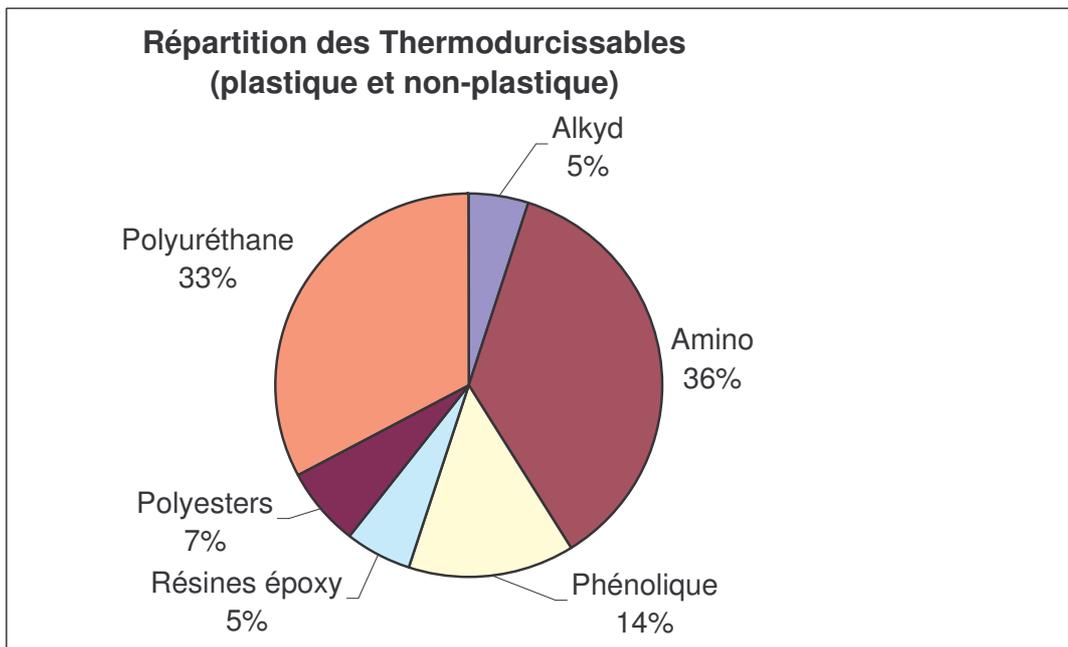
Les thermodurcissables sont caractérisés par une répartition quasi égale entre les applications plastiques et non-plastiques.

<sup>3</sup> La consommation de PVC a augmenté de 1.3% entre 99 et 2000.

<sup>4</sup> Cette masse contient également les polymères recyclés mais exclut d'autres applications dites « non-plastiques » : fibres textiles, recouvrement, élastomères, plastiques (LDPE) des boîtes Tetra Pack. La consommation des non-plastiques est évaluée à 10.4 Mt pour la même année.



Graphique 2-1 Répartition des thermoplastes [6].



Graphique 2-2 Répartition des thermodurcissables [6].

### 3 Utilisation des ressources

La production de plastiques contribue à la consommation de sources non renouvelables d'énergie puisqu'elle nécessite des sources fossiles d'énergie (pétrole et gaz naturel), ce qui implique - outre un problème environnemental – des variations de prix dus à la dépendance du marché international de l'énergie.

La consommation énergétique varie d'un plastique à l'autre selon les températures de réactions et les températures de réfrigération (condensation de gaz jusqu'à  $-160^{\circ}\text{C}$ ) nécessaires.

Nom	Abréviations	Energie GJ/t de produit	CO <sub>2</sub> t/t de produit
<i>Thermoplastiques</i>			
Polyéthylène	PE, comprenant		
	LDPE/LLDPE <sup>5</sup>	78	1.8
	HDPE	80	1.7
Polypropylène	PP	111	3.4
Polyvinyle de Chlorure	PVC	57	2.0
Polystyrène	PS/EPS	87	2.6
Polyéthylène terephthalate	PET	78	2.3
<i>Thermodurcissables</i>			
Amino		60	2.9
Polyuréthanes	PUR	105	3.9
Polyesters		117	5.1

Tableau 3-1 Consommation énergétique et quantité CO<sub>2</sub> émise de l'extraction de matière première jusqu'au produit fini pour plusieurs types de plastiques [7].

#### 3.1 Analyse du Cycle de Vie (ACV)

Afin de rendre possible une comparaison, on peut effectuer ce qu'on appelle une 'Analyse du cycle de vie' (Life Cycle Analysis - LCA) comparée pour différents matériaux ou procédés (ex. réutilisation contre recyclage), employés dans un même but, et sur leurs différents impacts environnementaux, tels que la pollution atmosphérique et des eaux, le gaspillage d'énergie, le traitement des déchets, etc... Même si cette méthode est encore constamment soumise à des ajustements et à des améliorations et n'est pas encore la méthode idéale, c'est **la seule méthode permettant de comparer les matériaux et leur impact sur l'environnement d'un point de vue scientifique**, lorsqu'elle est utilisée de façon correcte. En général ces ACV sont menées par des instituts de recherche et suivies par des comités de contrôle composés de représentants du gouvernement, de l'industrie et de groupes écologistes et fournissent des résultats impartiaux et équilibrés.

Le Tableau 3-1 reprend la consommation énergétique de chaque type de plastique de l'extraction de matière première jusqu'au produit fini.

<sup>5</sup> En considérant une répartition 5/7 LLDPE et 2/7 LDPE

Comme on peut le voir, l'utilisation d'énergie et de pétrole brut nécessités par le PVC sont les plus basses de toutes les autres matières plastiques. Il ne faut pas être surpris parce que 57% du PVC est dérivé du sel, une substance extrêmement abondante sur la terre. Il faut évidemment de l'énergie pour décomposer le sel en chlore et hydrate de sodium, mais celle-ci est fournie dans de nombreux cas par des centrales qui associent production d'électricité et de chaleur, avec un rendement très élevé en termes énergétiques, en obtenant ainsi deux produits précieux avec la même quantité d'énergie.

L'utilisation d'énergie par tonne n'est cependant pas le seul paramètre pour calculer l'utilisation totale d'énergie dans le cycle de vie du produit: il est également important de considérer la quantité de matériau nécessaire pour une application donnée, le type d'utilisation et la durée utile du produit. Par exemple, l'aluminium nécessite beaucoup plus d'énergie pour être produit que l'acier, mais il fait économiser beaucoup plus d'énergie lorsqu'il est utilisé, par exemple pour construire des moteurs de voitures, grâce à son poids léger. Cela signifie que l'on aura besoin de moins d'aluminium, en poids, pour construire le même moteur et donc des voitures plus légères, en favorisant une consommation d'essence inférieure, réduisant ainsi le coût de l'énergie utilisée (et la pollution) au cours de l'ensemble du cycle de vie du matériau.

D'autres polluants sont également émis lors de la production des plastiques, par exemple, pour le PET :

Emissions de solutions caustiques, émission de gaz, métaux lourds (nickel), ethylbenzène, oxyde d'éthylène et benzène<sup>6</sup>. Sans oublier les additifs utilisés pour améliorer les caractéristiques de certains plastiques (antioxydants, colorants, stabilisateurs de chaleur,...) et ayant des effets négatifs sur l'environnement (toxicologie directe comme le Pb, Cd, Hg) ou les carcinogènes.

Le PVC, quant à lui, présente un problème environnemental conséquent de par ses composantes chimiques, particulièrement le chlorure. Le chlorure représente 35% du poids final du polymère, c'est une substance carcinogène et les problèmes environnementaux surviennent lors de la phase « déchet ». Les déchets PVC contribuent pour 38 à 66% à l'incinération de chlorure. Les autres sources importantes du chlorure sont la putrescence (17%) et le papier (10%). La réduction du chlorure dans les déchets incinérés contribuerait à une réduction d'émission de dioxine (production de dioxine influencée par la température d'incinération et l'apport d'oxygène) [39].

Il existe aussi une étude<sup>7</sup> (utilisant des éco-indicateurs) qui démontre la responsabilité de la production et consommation de plastiques sur certaines catégories d'impacts environnementaux y compris la santé humaine (contribution du PE/PVC/PET sur des effets respiratoire/smog d'été et le trou de l'ozone stratosphérique) et la déplétion des sources d'énergie fossiles.

Il existe toute une panoplie de nouvelles technologies (dites propres) permettant de réduire la quantité de matériau utilisé (film plus fin, légèreté des bouteilles,...), d'optimiser la production, de réduire les émissions, nouvelles techniques de recyclage, réutilisation, récupération d'énergie.

### **3.2 Prudence quant à l'interprétation d'une ACV**

La production, l'emploi et le traitement des déchets de n'importe quelle substance présentent de quelque manière un impact environnemental. Rien n'est écologiquement inoffensif à 100%. L'important est que la pollution soit à des niveaux acceptables. C'est-à-dire non

---

<sup>6</sup> Rapport [www.eologycenter.org/plastics/report1996/report1996\\_03.html](http://www.eologycenter.org/plastics/report1996/report1996_03.html)

<sup>7</sup> Assessing the environmental potential of clean material technologies – EUR 20515 EN, EC/IPTS, Sevilla, 2002

supérieurs à ceux pouvant être supportés par l'homme et par la nature avec un certain pourcentage de risque acceptable. Le débat sur la définition d'acceptable est naturellement encore ouvert. Pour Greenpeace, aucune utilisation du chlore n'est acceptable, même s'il pollue moins que de nombreuses alternatives.

Il faut donc être prudent dans l'interprétation d'une ACV car l'industrie, les gouvernements, les groupes écologistes ont parfois un certain intérêt à cacher certains faits d'un côté ou à exagérer les mêmes faits de l'autre.

Il y a encore d'autres inconvénients liés aux ACV. La ACV est une enquête menée à un moment déterminé et peut sembler dépassée après peu de temps, parce que de nouveaux investissements ont pu être faits dans les usines. On peut le dire par exemple à propos de l'émission de dioxine et d'autres composés chlorurés dans l'eau par les usines de PVC, qui a été réduite de cent fois au cours des dix dernières années, par la simple introduction de nouvelles méthodes de traitement des eaux usées (biologiques). Même chose pour les émissions dans l'atmosphère.

Les émissions moyennes pour un type de produit devraient être accompagnées des valeurs maximale et minimale rencontrées et des valeurs pouvant être atteintes en appliquant la meilleure technologie disponible (BAT - Best Available Technology).

### **3.3 Répartition de la consommation de plastiques par secteur d'activité<sup>8</sup>**

Les plastiques ont des propriétés chimiques et physiques variant selon leur composition, c'est pourquoi il existe pour chaque gamme d'applications un type de plastique adéquat. Ces caractéristiques ont permis l'accroissement considérable de l'utilisation des plastiques dans différents secteurs d'activités.

La consommation des matières plastiques peut également se répartir entre les différents secteurs d'activité. Les principaux secteurs sont :

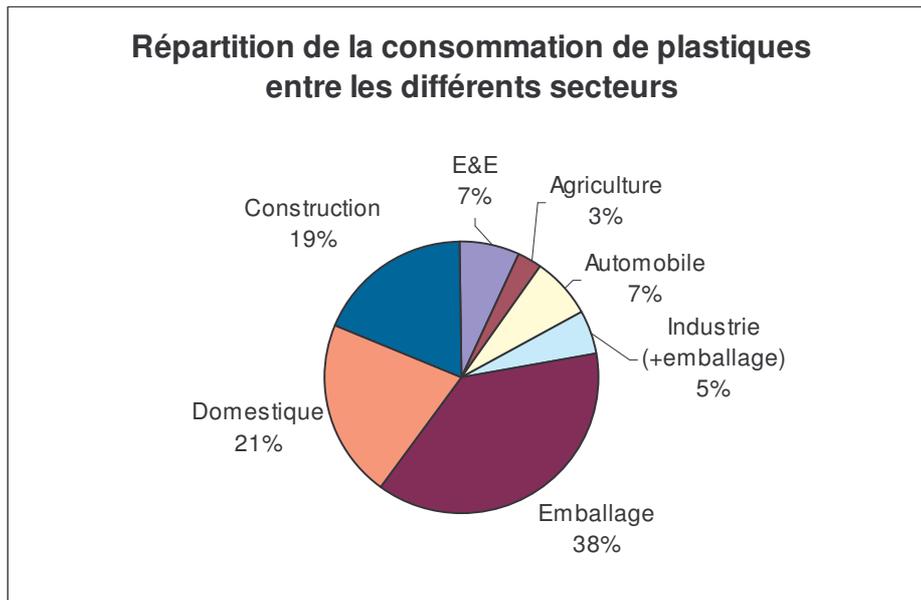
- Le secteur de l'emballage (+2.7%)<sup>9</sup>
- Le secteur de l'agriculture (+4%)
- Le secteur de l'automobile (+3.8%)
- Le secteur domestique (+3.4%)
- Le secteur de la construction (+3.1%)
- Le secteur de l'industrie (y compris les emballages industriels) (+2.8%)
- Le secteur électrique et électronique (appareils et câbles) (+5.2%)

La répartition de l'utilisation des matières plastiques entre les différentes filières est la suivante :

---

<sup>8</sup> Données reprises de "An analysis of plastics consumption and recovery in Western Europe 2000" - APME

<sup>9</sup> Les chiffres entre parenthèses correspondent à l'accroissement de la consommation entre 1999 et 2000



Graphique 3-1 Répartition de la consommation de plastiques entre les différents secteurs [6].

Le principal secteur utilisant des matières plastiques en Europe est le secteur de l'emballage : 38% (=13.7 Mt) de l'utilisation finale, suivi par le secteur domestique/ménager : 21%, la construction : 19%. Ces chiffres sont éloquentes : plus des 3/4 des plastiques sont consommés dans ces 3 secteurs d'activités. Le secteur électrique et électronique ainsi que l'industrie automobile utilisent chacun 7%. Les grandes entreprises et le secteur de l'agriculture sont également des utilisateurs de plastiques avec une consommation respective de 5% et 3% de la production totale. Il est important de remarquer que le secteur « domestique » reprend les plastiques « longue vie » de la maison, par exemple certains ustensiles de cuisine, mobiliers de jardin, armoires,... Ces objets communs à tous les ménages d'Europe Occidentale ne trouvent, pour le moment, pas de filières de recyclage. La cause est liée au fait que les matériaux employés sont fortement diversifiés d'une application à l'autre.

Le secteur à plus forte croissance de consommation est celui des applications électriques et électroniques. L'innovation continue et les nombreuses nouvelles applications dans ce secteur recourent très souvent aux matières plastiques. Cette évolution démontre aussi que les caractéristiques physiques du plastique pour de telles applications ne se retrouvent dans aucun autre matériau.

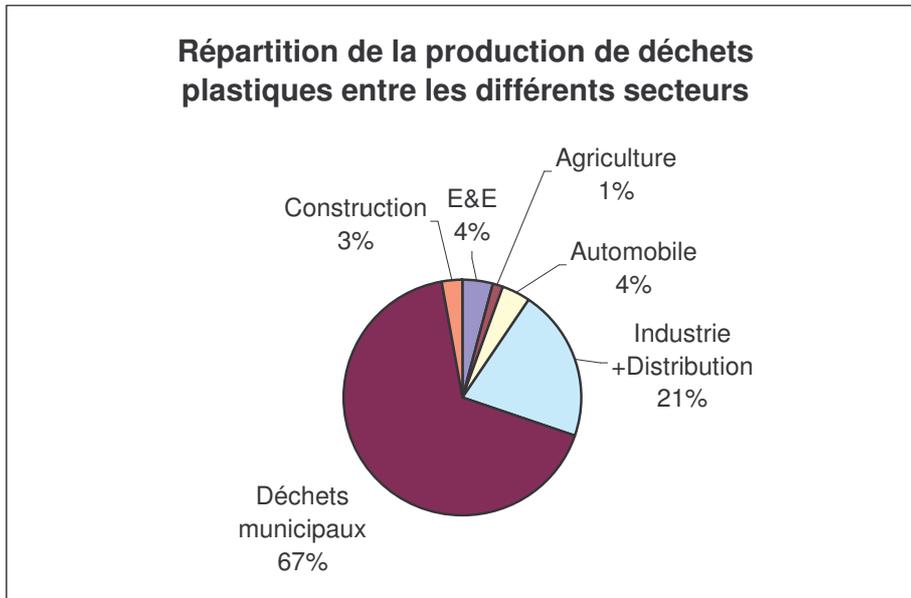
Le secteur de l'emballage est depuis quelques années le plus gros consommateur mais il a connu toutefois la moins forte croissance entre 99 et 2000. Cette évolution est due au fait que le poids d'un emballage pour une application particulière a décliné fortement. Par exemple, le remplacement des bouteilles PVC par le PET a permis d'économiser 20% du poids.

Les quantités de plastiques utilisées dans le secteur de la construction sont également en nette augmentation. Les faibles coûts et poids, bonne résistance aux chocs,... du plastique font de lui un matériau très prisé dans ce domaine.

La Belgique a consommé 1.4 Mt de plastiques en 2000 soit 3.8% de la production totale de la même année en Europe. Les Belges ont consommé en moyenne 140 kg/habitant soit 53% de plus que la moyenne européenne. Cette différence fait de la Belgique le plus gros consommateur de matière plastique (par habitant) de l'Union Européenne. Il faut savoir que la Belgique consomme 32kg/habitant de PVC, soit 52% de plus que la moyenne européenne (chiffre de 1999). Ce qui explique en partie la différence.

### 3.4 Production de déchets plastiques par secteur d'activité [6]

En Europe de l'Ouest, les différents secteurs d'activité produisent 19.54 Mt de déchets plastiques (chiffres de 2000), soit 53.1% de la production totale de plastique pendant la même période. Ce taux élevé est principalement dû à l'utilisation des plastiques dans des applications à courte durée de vie, ce qui est assez contradictoire quand on sait que les matières plastiques ont une durée de vie exceptionnellement longue. Le graphique suivant illustre la répartition des déchets produits entre les différents secteurs.



Graphique 3-2 Répartition de la production de déchets plastiques entre les différents secteurs [6].

Par exemple, les déchets municipaux plastiques, constitués principalement d'emballage<sup>10</sup>, forment les 2/3 du poids total.

Par ailleurs, il est important de faire la distinction entre les déchets municipaux et les déchets ménagers. Les déchets municipaux sont ceux qui, en principe, sont collectés par les pouvoirs publics et traités de façon analogue aux déchets ménagers proprement dits. Outre les déchets collectés auprès des ménages (=déchets ménagers), les déchets municipaux comprennent les déchets collectés auprès de :

- Bureaux
- Secteur Horeca
- PME demandant au secteur public de collecter leurs déchets

Par exemple, à Bruxelles, 500kg de déchets/habitant/an ou 300 kg/habitant/an selon que l'on prend en compte les déchets municipaux ou les déchets ménagers (toutes matières confondues).

<sup>10</sup> 84% des déchets municipaux plastiques sont des emballages.

## 4 Le recyclage des matières plastiques

### 4.1 Le recyclage mécanique

La caractéristique principale du recyclage mécanique est que la chaîne de polymères reste intacte<sup>11</sup>. Après le triage et le nettoyage, les déchets plastiques sont fondus et injectés dans un moule ou sont plastifiés dans un extruder.

Les produits de grande qualité remplaçant des objets issus de polymères vierges peuvent être obtenus lorsque des déchets plastiques purs sont utilisés. Il est important de faire la distinction entre les produits recyclés ayant les mêmes utilités que les produits d'origine (par ex. : de la bouteille à la bouteille) et ceux qui ont une application différente (par ex. : de la bouteille aux fibres plastiques). Le mélange et/ou l'association de plastique recyclé et de matériaux vierges est parfois indispensable dans le processus de recyclage afin d'obtenir les caractéristiques mécaniques nécessaires. Dans tous les cas, le facteur de substitution est inférieur à 100%. Ce facteur est un indicateur de l'avantage écologique du recyclage comparé à la production de matériaux vierges.

Un autre groupe de produits pouvant bénéficier du recyclage mécanique sont les produits qui, conventionnellement, ne sont pas fabriqués à base de plastique comme les écrans, les particules lubrifiantes des huiles,... Dans cette catégorie, le rapport entre les durées de vie et le rapport entre les efficacités d'utilisation sont des paramètres importants qui doivent être pris en compte lors du choix de l'application.

D'autre part, les plastiques recyclés peuvent être utilisés à des fins nouvelles comme la neige artificielle. Cependant ce débouché est assez réduit.

### 4.2 Le recyclage chimique (Back to feedstock recycling – BTF)

Le recyclage chimique est aussi appelé recyclage des matières premières. Cette technique utilise les déchets plastiques comme agent réducteur dans les hauts-fourneaux ou pour la production de méthanol par gazéification. Il existe encore d'autres techniques telles que la pyrolyse et l'hydrogénation résultant en syncrude. Ce sont des technologies "Back to Monomer - BTM" comme la glycolyse du PET. La pyrolyse et l'hydrogénation ont été testées à grande échelle mais pas exploitées pour des raisons économiques.

L'utilisation des déchets dans les hauts-fourneaux est à l'heure actuelle la seule application de recyclage chimique utilisée à grande échelle. (principalement en Allemagne)

### 4.3 La récupération d'énergie ou valorisation énergétique

L'énergie des déchets plastiques peut être récupérée grâce à l'incinération des déchets ménagers (contenant les plastiques) et à plus petite échelle, dans l'industrie du ciment. A l'échelle européenne, 21% des déchets plastiques collectés sont incinérés avec récupération d'énergie. L'énergie récupérée est utilisée pour créer de la vapeur ou de l'électricité. La récupération est cependant limitée à 10% du potentiel énergétique des déchets.

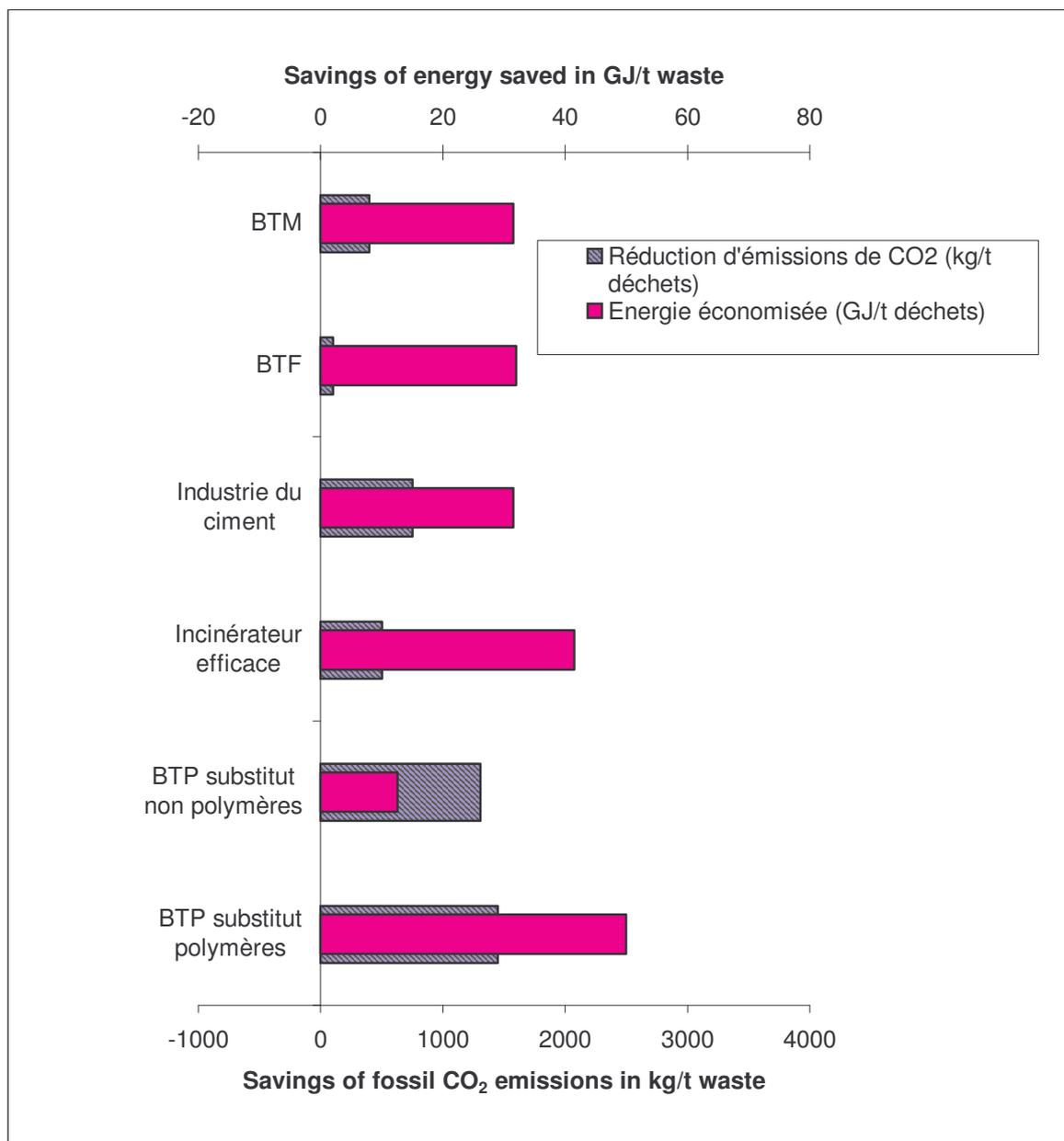
### 4.4 Comparaison entre les modes de valorisation

Le tableau suivant représente la quantité d'énergie économisée et la réduction de CO<sub>2</sub> réalisable lorsqu'une tonne de déchets plastiques est recyclée ou incinérée (Europe de l'Ouest 1999 – Cas de référence : Moyenne des plastiques disponibles dans les dépôts et incinération avec ou sans récupération d'énergie). Pour le recyclage mécanique, un taux de

---

<sup>11</sup> Le nom anglais souvent utilisé est « Back to Polymer » ou BTP recycling

substitution de résines vierges de 100% a été utilisé et les chiffres représentent tous les types de plastique confondu (avec les proportions pondérées).



Graphique 4-1 Potentiel d'économie de CO<sub>2</sub> et d'énergie pour les différents types de traitement de déchets plastiques [7].

Si on compare les différentes techniques de recyclage, c'est le recyclage mécanique ayant pour objectif la substitution de résine vierge<sup>12</sup> (BTP Substitut polymères, c'est à dire PET => PET, PVC => PVC,...) qui obtient les meilleures performances en terme d'économie d'énergie et de réduction de production de CO<sub>2</sub>. Le recyclage mécanique substituant moins

<sup>12</sup> On compare l'énergie utilisée pour produire la résine vierge à l'énergie utilisée pour substituer la résine vierge par le recyclage. La différence correspond à l'économie d'énergie. Même raisonnement pour la réduction de CO<sub>2</sub> produit.

de résine vierge ou substituant d'autres matériaux<sup>13</sup> (bois, béton) est moins avantageux suivi du recyclage chimique en troisième position.

Ces trois technologies sont aussi comparées à l'incinération. Les performances reprises dans le graphique correspondent à la meilleure technologie disponible (meilleur rendement) au moment de l'analyse. L'étude détaille aussi les performances du recyclage mécanique pour chaque résine séparément et les compare avec l'incinération. Il en résulte que le recyclage mécanique du PE est le plus favorable. Quant aux autres résines, les différences entre incinération et recyclage ne sont pas significatives. Lorsque l'incinération s'effectue avec un faible rendement (lequel ?), la comparaison est en faveur du recyclage mécanique et même chimique pour chaque résine.

Si on considère uniquement le recyclage mécanique, l'économie d'énergie et la réduction de CO<sub>2</sub> varie entre les différents types de plastique :

Plastique	Economie d'énergie GJ/t	Economie de CO <sub>2</sub> Kg CO <sub>2</sub> /t
PE	51	1000
PVC	38	1800
PS	57	1650
PUR	68	3100
PMMA	66	3400

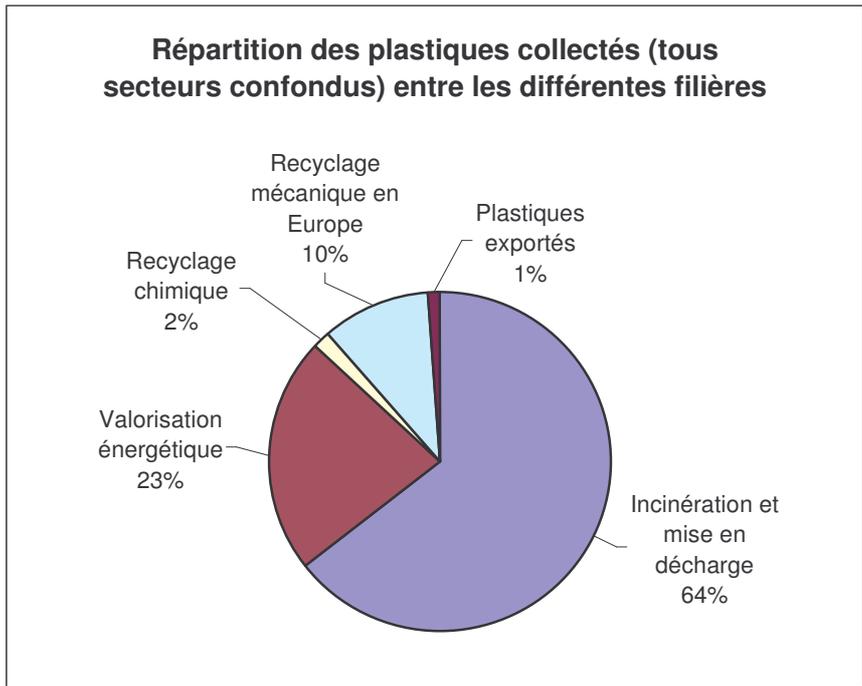
Tableau 4-1 Economie d'énergie et réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pour différents types de plastiques [7].

#### 4.5 Résultat des différents modes de valorisation

Le graphique suivant reprend la répartition des plastiques en fin de vie entre les différentes filières. Soulignons au passage que 64% des déchets plastiques en Europe (Europe de l'Ouest) ne sont pas valorisés (chiffres de 2000, source : APME).

---

<sup>13</sup> Même raisonnement



Graphique 4-2 Répartition des plastiques collectés entre les différentes filières (tous secteurs confondus) [6].

Malgré les résultats positifs du recyclage mécanique et chimique, le premier mode de valorisation est l'incinération. Le plus naturel (puisque le plastique est issu du pétrole) et celui qui a les préférences de la profession, comme le reconnaît M. Marc Lebossé, président de la CSEMD, "*le recyclage nous permet d'éliminer le seul problème du plastique qui est un problème d'image. (Mais) nous pensons en notre for intérieur que la valorisation thermique est une bonne solution.*"

Trois arguments militent en ce sens.

1. Tout d'abord, le plastique a un pouvoir calorifique élevé, comparable, voire supérieur, aux sources d'énergie traditionnelles. Encore convient-il de noter que le PCI des déchets d'emballages usagers est nettement inférieur à celui des polymères purs.

Le pouvoir calorifique des déchets d'emballage				
Matériaux	PCI matériaux purs (MJ/kg)	PCI déchets d'emballage (MJ/kg)	Comparaisons autres matériaux	
PE	46	22	Fuel	44
PET	45	13	Charbon	29
PP	44	Np	Papier carton	17
PVC	20	12	Bois	16
			Ordures ménagères	8
PCI = pouvoir calorifique inférieur				

Tableau 4-2 Le pouvoir calorifique des déchets d'emballage. *Source: Centre national du recyclage [38]*

Le plastique permet ainsi d'améliorer la combustion et donne moins d'imbrûlés dans les mâchefers. L'augmentation du coût des combustibles fossiles et les problèmes

environnementaux qui sont liés à leur combustion permet l'essor des combustibles alternatifs.

Le plastique peut également être utilisé comme combustible dans les chaudières industrielles ou en cimenteries (les déchets utilisés sont des déchets industriels).

2. Ensuite, l'incinération est une solution facile pour des quantités d'emballages qui sont trop souillées ou trop petites pour être récupérées (sachets, pots de yaourt...).
3. Enfin l'incinération des plastiques ne pose pas de problème spécifique en termes de nuisances. Si le plastique dégage du gaz carbonique, comme les autres déchets, il ne contient que très peu de fluor et pas de soufre. Ainsi, selon l'APME, si, par hypothèse, on retirait les plastiques des déchets ménagers incinérés, on arriverait au résultat paradoxal que la combustion dégagerait davantage de polluants sans les plastiques que lorsqu'ils sont également incinérés. Reste le problème du chlore qui n'est pas toujours analysé sans passion et, par conséquent, parfois sans suffisamment de précaution<sup>14</sup>.

Malgré les arguments énoncés dans ce paragraphe et le précédent, dont certains sont connus depuis plusieurs années, les différents modes de valorisation affichent des résultats médiocres qui semblent être le reflet d'une faible implication des pouvoirs publics et de l'industrie dans les systèmes de valorisation des déchets plastiques.

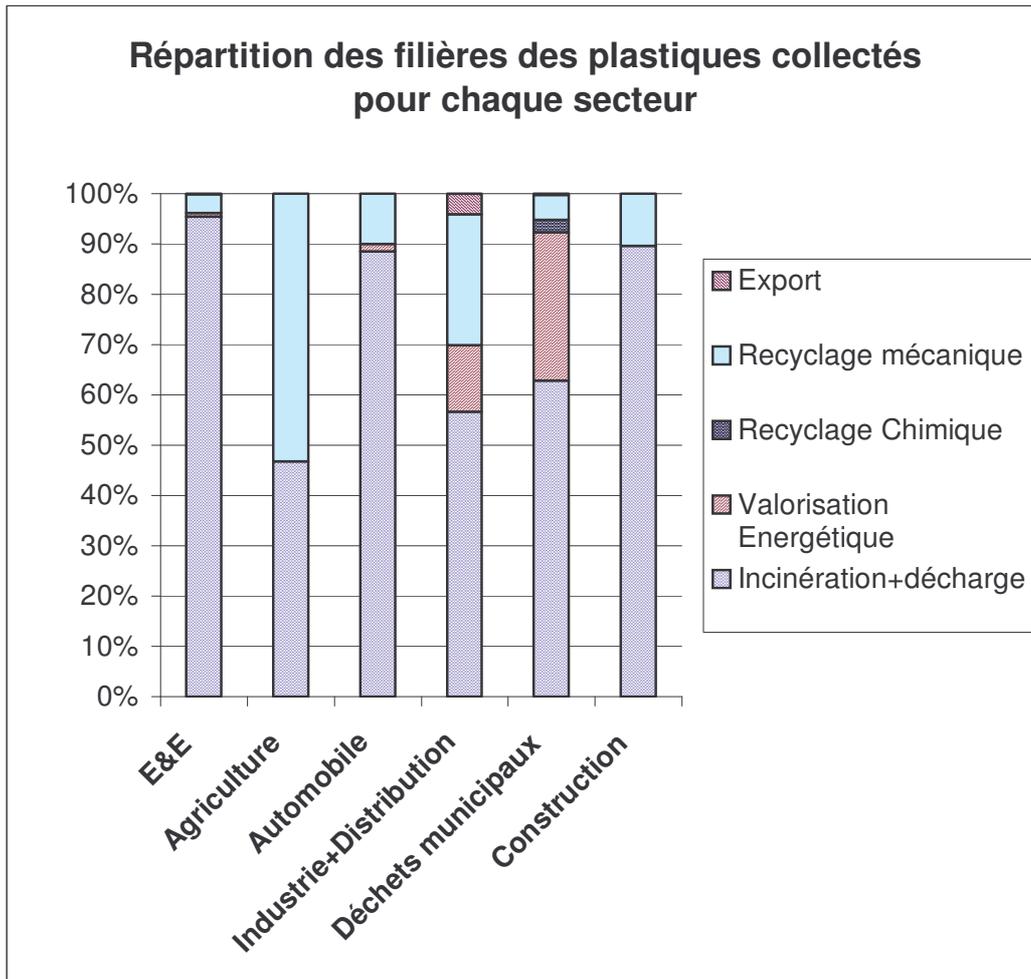
#### **4.6 Le recyclage des plastiques par secteur d'activité**

De même lorsqu'on analyse la répartition des déchets plastiques à travers les différents secteurs d'activité, on s'aperçoit qu'aucun secteur (excepté le domaine de l'agriculture) ne valorise les déchets plastiques à plus de 50%.

Le Graphique 4-3 montre que les déchets plastiques de chaque secteur sont principalement mis en décharge ou incinérés (sans valorisation énergétique).

---

<sup>14</sup> Le plastique ne contient que très peu de chlore. A l'exception d'un polymère: le PVC. Nous analyserons le cas du PVC plus en détail dans un chapitre ultérieur.



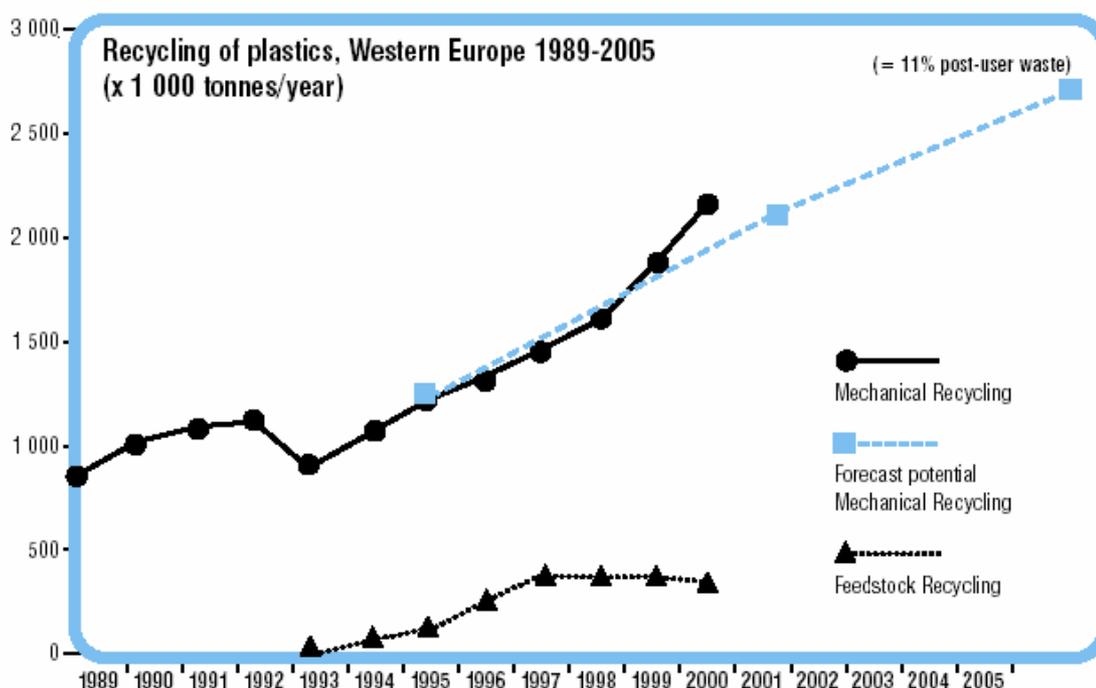
Graphique 4-3 Répartition des filières des plastiques collectés pour chaque secteur. *Source : APME (année 2000)*

Certains secteurs tels celui de l'automobile, de la construction et des appareils électriques et électroniques affichent des taux d'élimination sans valorisation atteignant 90% (et plus même).

A travers les différentes filières, nous retrouvons les 64% des déchets plastiques non valorisés au sein de l'Europe de l'Ouest.

#### 4.7 L'évolution du recyclage

Depuis le début des années 90, la valorisation des plastiques n'a fait que croître. Cette tendance est fort marquée pour le recyclage mécanique, comme le montre le Graphique 4-4 :



Graphique 4-4 Recyclage des plastiques, Europe Occidentale 1989 - 2005. Source : APME (année 2000)

Le recyclage mécanique augmente de 4% chaque année ; la valorisation énergétique de 3%. En 2000, la valorisation totale des matières plastiques (tout secteur confondu) était de 36%. Pour le secteur de l'emballage uniquement, ce taux devient 46%. La masse de plastique recyclée a augmenté de 11% par rapport à 1999. Cette augmentation spectaculaire était entre autres due aux prix élevés des résines vierges et de l'amélioration des systèmes de collecte, particulièrement en Espagne, Italie et France. L'augmentation des quantités ainsi récupérées s'est généralisée à l'ensemble de la Communauté Européenne. Ce qui entraîna une augmentation des volumes exportés à travers l'Europe et à l'extérieur de l'Europe.

L'association des fabricants de plastiques en Europe (APME) prévoit une croissance continue de la valorisation des matières plastiques à travers les différentes filières. L'évolution de la valorisation pendant ces dix dernières années était entre autres due :

- Au renforcement des collectes de déchets,
- A l'amélioration des infrastructures des centres de tri,
- Au développement de différentes filières d'utilisation des plastiques recyclés,
- Au développement de techniques de recyclage des différents types de plastiques.

Le poids total des déchets plastiques a augmenté de 2% de 1999 à 2000 (19.5 Mt). La valorisation a, quant à elle, augmenté de 11% pour atteindre 6.95Mt en 2000 pendant la même période alors que le tonnage des déchets plastiques mis en décharges et incinérés a baissé de 4%. Il est très difficile de prévoir l'évolution future des quantités non valorisées car, comme nous le verrons ultérieurement, plusieurs obstacles empêchent à l'heure actuelle l'expansion de la valorisation des matières plastiques.

Les plastiques les plus utilisés (LDPE, HDPE, PP, PVC, PS, EPS et PET) forment 83% des plastiques collectables car leurs applications ont souvent une courte durée de vie. Ces plastiques ont par ailleurs été collectés à hauteur de 36% (pour 33% en 1999).

Ces chiffres peuvent se résumer par une augmentation de la valorisation des déchets plastiques 3 fois supérieure à l'augmentation de leur consommation.

Cependant, une augmentation du pourcentage de recyclage mécanique impliquerait une augmentation de l'exportation et ce pour plusieurs raisons :

Bien que les filières utilisant les plastiques recyclés existent, il n'y aurait pas assez de débouchés pour ces matériaux. De plus, la forte présence de plastiques mixtes renforce ce point de vue. La demande est limitée dans le secteur de l'emballage des produits alimentaires dû à la réglementation en vigueur qui interdit les substances dangereuses (métaux lourds,...) qui pourraient se retrouver dans les plastiques recyclés.

Le recyclage mécanique et chimique des emballages est estimé à 21% en 2000 (soit 2% de plus que 1999) mais tous les pays n'ont pas pu atteindre les 15% de recyclage des déchets plastiques imposés par la directive européenne 94/62 (directive que nous analyserons plus en détail ultérieurement).

Recyclage mécanique	Pays
> 20%	D, A, NI, B
15 – 20%	Esp, I, Swe
10 – 15%	UK, F, Fin, Dk
5 – 10%	Ir
0 – 5%	P, Gr

Tableau 4-3 Taux de recyclage mécanique par pays [9].

La décroissance du recyclage chimique entre 1999 à 2000 est sans doute due à un manque d'investissement et le fait que ce type de valorisation n'est pas forcément reconnu comme tel. Un investissement dans ce domaine nécessite un apport continu de matières à recycler en quantité et qualité intéressante.

La valorisation énergétique a connu une croissance continue entre 1996 et 2000. En Europe, 23% des plastiques collectés font l'objet de valorisation énergétique. Au Danemark et en Suisse, la plupart des déchets plastiques (respectivement 75 et 73%) sont valorisés à des fins de production énergétique. La France également, avec entre 30 et 35% des plastiques collectés.

Une étude de l'APME [40], publiée en 2000, indique que si le recyclage des déchets plastiques passait de 15 à 50%, les coûts de gestion (à tous les niveaux de la chaîne du recyclage) seraient multipliés par trois avec un impact sur l'environnement à peine réduit. D'autres études vont plus loin en évaluant la substitution du charbon par un mélange de plastique et papier pour la production d'électricité. La conclusion étant que les avantages écologiques sont similaires à ceux atteints par la combustion de biomasse... Restons toutefois prudent quant à l'interprétation des résultats annoncés (cfr. §3.2)

## 4.8 Les complexes du recyclage du plastique

### 4.8.1 Obstacles au recyclage

Le recyclage du plastique est bénéfique sous plusieurs rapports : il contribue à la conservation des ressources naturelles d'énergie et de minerais, réduit les flux de matières à base de pétrole et réduit la pollution du sol, de l'air et de l'eau.

Une des sources de réduction des GES<sup>15</sup> est la diminution à la source des déchets. Les déchets plastiques mis en décharge sont chimiquement inertes et ne produisent des GES

<sup>15</sup> GES = Gaz à Effet de Serre

qu'indirectement par le transport et les manipulations sur site. D'un autre côté, la valeur intrinsèque des déchets plastiques utilisés pour remplacer la résine vierge ou transformée en énergie thermique ou électrique, est complètement perdue en décharge.

La réduction des émissions de GES correspondant au recyclage des matières plastiques est dérivée de l'économie de matière première : économie du pétrole pour la fabrication des résines, économie d'énergie à travers toutes les phases de production<sup>16</sup>. Afin de maximiser ce gain, il est indispensable de minimiser les impacts environnementaux de la collecte, du tri, du transport et de la transformation qui sont nécessaires avant la réutilisation de la matière.

La diminution à la source n'éliminera pas la totalité du plastique dans les déchets ménagers : en fin de vie, il restera toujours un résidu. Prenons par exemple le secteur de l'emballage où une fraction des déchets plastiques, principalement les bouteilles PET et flacon HDPE ainsi qu'une plus petite quantité de film plastique LDPE, est recyclée de manière courante. Ces produits en fin de vie doivent être acheminés vers les sites de traitement. Pour ce faire, des collectes sont organisées. Le succès de ces collectes est conditionné par la participation des consommateurs en fournissant leurs déchets. D'autre part, les produits visés sont parfois sales et souvent mélangés à d'autres, ce qui réduit la qualité des tris. On pourrait bien évidemment envisager des techniques de nettoyage ou des techniques de tri et de collectes plus performantes mais l'impact sur l'environnement et le coût de l'opération risque de rendre la démarche inintéressante.

A l'instar du facteur humain (refus de participer aux collectes de recyclage ou erreur de manipulation dans les centres de tri manuels,...), la technique, l'aspect économique ainsi que la volonté des pouvoirs publics et des industriels jouent un rôle important lorsqu'on veut atteindre un taux de recyclage déterminé.

D'autre part, la valeur de revente des matières recyclées est basée sur le poids. Par contre, les coûts de collecte et de tri sont déterminés par le nombre d'unités traitées. Il est en effet plus coûteux de traiter 18.000 bouteilles PET de 2 litres qui font une tonne de PET que de traiter 1.300 bouteilles en verre de 750ml qui font également une tonne. La faible densité du gisement plastique est donc également un obstacle au développement du recyclage par rapport à d'autres matériaux présents dans les déchets. Nous étudierons ce phénomène dans les chapitres consacrés à la valorisation des véhicules hors d'usage et les appareils électriques et électronique. Si l'on veut augmenter le taux de recyclage, un accroissement du volume de déchets à traiter en serait la conséquence, ce qui poserait un problème aux systèmes de collecte et de tri qui ont des capacités limitées [13].

#### **4.8.2 Le « Financing Need » du recyclage**

Ces dernières années, la Commission Européenne a lancé une série d'initiatives afin d'accroître les taux de recyclage et de valorisation de certains déchets. Parmi ces initiatives, la directive européenne sur les emballages (DE94/62/EC) qui devait être intégrée dans les législations nationales pour le 30 juin 1996. Tous les pays membres ont respecté les délais à part la Grèce.

L'analyse des coûts doit faire l'objet d'une analyse des différents flux monétaires (dépenses et gains) à chaque étape à partir de la collecte jusqu'au recyclage.

On peut distinguer Trois types de coûts :

- Le coût total : tous les coûts de la collecte des déchets jusqu'au produit recyclé fini à la sortie de l'usine.
- Le « financing need » : qui est le coût total moins les revenus de la vente des matériaux triés. C'est le montant nécessaire à injecter (par les pouvoirs publics par exemple) pour

---

<sup>16</sup> Nous pouvons également ajouter l'énergie économisée lors de l'utilisation du produit en plastique (cfr. §8.3)

rendre le recyclage rentable du point de vue du recycleur. Ce terme correspond donc au montant couvert par les systèmes de valorisation des déchets (par exemple pour les déchets d'emballage, les producteurs de matières financent la récolte de leurs emballages mis sur le marché)

- Le « coût net » : comparaison du « financing need » avec d'autres alternatives de traitement (incinération, mise en dépôt,...). En effet, si les déchets ne sont pas recyclés, ils doivent être traités de manière alternative. De ce fait, du point de vue du contribuable<sup>17</sup>, le recyclage est intéressant si les coûts évités du traitement sont supérieurs au « financing need » du recyclage.

### **4.8.3 L'équilibre environnement - économie**

Si le recyclage présente une solution durable à long terme, l'équilibre entre environnement et économie doit cependant être respecté.

Mis à part certaines circonstances extraordinaires, les prix des plastiques recyclés sont plus bas que les prix des résines vierges. Les prix des résines recyclées sont dictés par les charges des différentes étapes inhérentes aux procédés de recyclage et ne fluctuent donc pas beaucoup. Les résines vierges sont considérées comme des biens commerciaux et sont échangées (trading) en vertu des lois du marché mondial. Cette différence est fondamentale car nul n'est sans ignorer que l'existence d'un marché des matières premières secondaires permettrait une évolution technologique croissante ayant pour objectif la réduction des coûts de production et l'augmentation de la qualité des matériaux. C'est le principe fondamental d'un marché d'échange de biens déterminé par la demande et l'offre et la concurrence entre les fournisseurs de résines recyclées. Ces derniers subissant les premiers la pression des marchés, seraient vite amenés à fournir un effort de promotion et de développement de nouvelles techniques de recyclage visant la qualité et la rapidité de production, tout en minimisant leurs coûts. A leur tour, les producteurs de résines recyclées exerceraient une pression répercutée sur chacun des acteurs de la chaîne du recyclage. Le développement technologique permettra peut-être un jour aux matières premières secondaires de concurrencer les matières premières vierges.

#### **Quel sont les obstacles au développement d'un marché de matières premières secondaires ?**

L'absence de label de qualité sur les produits (ou résine): une matière plastique peut être fabriquée à différents niveaux de qualité. Les facteurs influençant la qualité des matières plastiques sont la pureté des résines utilisées, les manipulations, etc. Un label permet de connaître la composition des produits et facilite l'évolution de leur recyclage. Un label de qualité apposé à un produit empêche également la discrimination entre les matières recyclées et neuves puisqu'ils ont le même niveau de qualité reconnu.

A l'heure actuelle, même si tous les thermoplastiques sont recyclable, il existe seulement un marché pour les plastiques recyclés qui sont déjà compétitifs sur base de critères des prix et de la qualité. L'importance de marché disponible doit être soulignée : sans marché durable, certaines matières recyclables seront disposées en décharge ou incinérées.

Pour qu'une entreprise de recyclage puisse fonctionner de manière optimale, il est important qu'elle puisse compter sur un flux continu de matières à traiter. C'est un obstacle courant dans le secteur du recyclage dont l'impact ne doit pas être sous-estimé. Il faut donc travailler à la création de systèmes d'acheminement des déchets (connaître les sources, les gisements, choix d'un système de collecte approprié,...).

---

<sup>17</sup> Contribuable doit ici être compris comme la personne ou l'entreprise qui contribue aux frais de collecte, tri, recyclage.

La promotion du recyclage et de la compétitivité des industries justifie une politique européenne plus ambitieuse et plus dynamique. Par ailleurs, la Commission Européenne envisage 4 catégories principales d'actions à développer pour accroître la compétitivité du secteur du recyclage :

#### **Actions dans le domaine de la normalisation**

Ces actions devraient porter sur la révision de diverses normes industrielles afin que la conception des produits intègre le souci de recyclage et afin que divers obstacles à l'utilisation des matières premières secondaires soient levés, en particulier dans le cadre des marchés publics. L'élaboration de systèmes de marquage est également visée.

#### **Actions en faveur du développement et de la transparence des marchés**

A ce titre s'inscrivent la création de bourses pour les déchets recyclables, des études sur les économies liées à l'emploi de matières premières secondaires ainsi que des actions visant à améliorer les statistiques communautaires et la connaissance des tendances à long terme de l'offre et de la demande en déchets recyclables.

#### **Actions en faveur de l'innovation**

Le domaine de la recherche et du développement est ici visé. La diffusion des résultats de recherche et d'exemple de bonnes pratiques ainsi que la formation de toutes les parties concernées et la gestion de la qualité au sein des entreprises de recyclage.

Encore faut-il que toutes ces bonnes idées soient appliquées. Pour cela, il faudrait impliquer tous les acteurs intervenant dans le cycle de vie des produits, en veillant à ce que tous soient bénéficiaires.

### **4.8.4 La conversion des plastiques**

L'industrie de convertissement est principalement constituée de PME. Pour survivre, ces industries doivent être compétitives par rapport à la production en Asie. Ceci est seulement possible lorsqu'elles peuvent adapter leur production suivant les circonstances avec une innovation continue et une valeur ajoutée. C'est pourquoi des projets de recherche doivent avoir pour objectif le développement de nouveaux produits porteurs d'un bénéfice économique grâce à des techniques avancées (injection moulding, blow moulding, gas assisted injection moulding,...)

Le développement du secteur du recyclage plastique est soutenu par les forces du marché, les interventions publiques, une législation environnementale, des instruments économiques et des innovations techniques.

#### **Exemples de technologies déjà développées [7]:**

- Technologie permettant le tri automatique (Kerium, Sortec) pour les matériaux mixtes issus des déchets ménagers ;
- Technologie de séparation des polymères par densité, par solubilité, par identification (par spectroscopie) ;
- Développement de produits par la création de nouveaux matériaux et/ou applications à partir de déchets plastiques.

## **4.9 Conclusion du chapitre**

Ce chapitre montre combien la valorisation des plastiques devrait susciter les intérêts du monde industriel. Les gisements exploitables sont très importants, surtout dans les secteurs de la construction, l'automobile et les appareils électriques et électroniques où les taux de valorisation ne dépassent pas 10%. Nous étudierons les obstacles à la valorisation des plastiques de manière spécifique dans ces différents secteurs d'activité (voir chapitre 7 et 8).

L'investissement dans de nouvelles technologies et projets innovants et performants reste un des moteurs de l'évolution du secteur du recyclage.

Alors que le recyclage interne des matières est développé dans toutes les entreprises de production, le recyclage en fin de vie est, lui, sous-développé. Le secteur de l'emballage est le secteur idéal pour le développement de nouvelles technologies, de nouveaux produits et de marchés par le fait que ce secteur utilise seulement 6 types de polymères différents. De plus, ces polymères n'ont pas une durée de vie très longue entre leur production, l'utilisation et leur état de déchet. Leur recyclage devrait également être facilité parce qu'ils ne contiennent pas de traces de polluants étant donné que le domaine principal d'application est l'emballage d'aliments. Le principe de responsabilité du producteur devrait être étendu au respect de normes concernant le potentiel de recyclage des produits mis sur le marché.

Nous analyserons également plus en détail le secteur de l'emballage, afin d'y déterminer les obstacles au recyclage et de proposer des pistes progressistes.

## **5 L'aspect légal encadrant la production, l'utilisation et le traitement post-consommation des plastiques**

### **5.1 Au niveau européen**

#### **5.1.1 La politique de prévention**

Sur l'ensemble de l'Europe, la production de déchets a doublé ces trente dernières années (toute matière confondue). On est passé de 300kg/habitant.an en 1980 à plus de 450kg actuellement. Avec une évolution de 5% entre 85 et 90. Cette évolution n'est pas inéluctable. Même si le concept d'une société à « zéro déchet » est aussi illusoire que celui d'une « guerre à zéro mort », peut-on tout au moins, réduire ou stabiliser le volume ? Il faut, sur ce point, faire la part entre le souhaitable et le possible et examiner ce dernier sans fatalisme, mais avec lucidité.

La prévention à la source consiste, entre autres, à réduire le volume et la masse des déchets (diminution du nombre des emballages, par exemple), et/ou réduire les impacts environnementaux des déchets produits (diminuer ou éliminer les substances toxiques dans un produit). Si ce concept est compris et accepté, il paraît alors évident que la réduction de volume diminue les coûts de traitement. Dans la majorité des cas, l'impact environnemental est également atténué, bien qu'il puisse y avoir une production supplémentaire de polluants dans un autre secteur, par exemple, une reprise obligatoire génère des dépenses de transport pour réaffecter le produit, après consommation, au lieu de traitement.

En réalité, la prévention fait logiquement pencher la politique des déchets vers les produits qui sont à la source de ces déchets et même encore plus en amont de la chaîne du cycle de vie, vers les ressources naturelles. Ce qui conduit notamment au constat du caractère non-illimité de certaines ressources. Il en découle le besoin d'une approche stratégique qui couvre l'ensemble du cycle de vie : l'objectif de développer une boucle fermée faisant en sorte que tous les déchets (qui ne peuvent pas être réduits à la source) deviennent des matières premières secondaires.

L'ensemble de ces approches – prévention à la source de déchets, contrôle des modes de production, de consommation et d'utilisation rationnelle et gestion des ressources en boucle fermée – peuvent être regroupées sous le terme d'une politique de « dématérialisation ». La dématérialisation vise à atteindre un même niveau de développement économique ou de bien-être en consommant moins de ressources matérielles et énergétiques.

Même si on ne peut empêcher la production de déchets, il est important de développer des stratégies visant leur réduction. La nécessité d'engager des programmes de réduction des déchets a été d'ailleurs affirmée dès 1975<sup>18</sup>, et systématiquement réaffirmée depuis. Pour avoir un aperçu de l'évolution, nous nous référons à la littérature. Cette étude se limite aux projets et programmes politiques en cours d'exécution.

#### **5.1.2 Le sixième programme d'actions de la Commission Européenne (2001-2010)**

L'accent est mis sur le besoin de prévention quantitative aussi bien que qualitative. Pour les déchets inéluctables, les objectifs sont de réduire au maximum les risques pour l'environnement et la santé ainsi que de réintroduire la plus grande part dans le cycle économique, en particulier par le recyclage.

---

<sup>18</sup> Directive (75/442/CEE) du conseil du 15 juillet 1975 – relative aux déchets (extraits) :

Art 3 – « Les Etats membres prennent les mesures appropriées pour promouvoir la prévention (...) des déchets (...) Ils enforment la Commission de tout projet concernant la diminution des quantités de certains déchets »

L'objectifs chiffrés qui peut être appliqué aux déchets plastiques est le suivant :

- Réduire la quantité de déchets faisant l'objet d'une élimination finale de quelque 20% d'ici à 2010 et de 50% environ d'ici à 2050, par rapport aux chiffres de 2000.

Par ailleurs plusieurs mesures européennes sont envisagées :

- L'intégration du principe de prévention des déchets « à la source » dans la politique intégrée des produits.
- La promotion des écotaxes sur les produits et procédés peu économes en ressources et grands générateurs de déchets
- La responsabilité des producteurs lorsque leurs produits deviennent des déchets ;
- Une stratégie thématique sur le recyclage des déchets. Ce concept reste par ailleurs en grande partie indéterminé. Selon certains fonctionnaires de la commission, il devrait intégrer les éléments suivants :
  - o Mise en avant d'objectifs clairs et précis
  - o Détermination d'objectifs chiffrés et de délais à respecter ;
  - o Ensemble intégré de mesures à appliquer, basées sur des données scientifiques et économiques claires ;
  - o Implication de tous les acteurs ;
  - o Clarification des procédures de mise en oeuvre ;
  - o Mécanisme de suivi et d'évaluation.

### **La stratégie thématique sur la gestion des ressources**

Cette stratégie devrait vraisemblablement comporter :

- L'estimation des flux de matières et de déchets au sein de l'UE ;
- L'évaluation de l'efficacité et de l'impact des diverses politiques
- La fixation de buts et d'objectifs chiffrés d'éco-efficacité dans la gestion des ressources et la réduction de la consommation des ressources ;
- La promotion de l'éco-efficacité
- Un vaste éventail d'instruments à développer

En vertu du 6<sup>ème</sup> Programme Environnement, parmi les mesures susceptibles de figurer dans cette stratégie, on peut citer :

- Recherche et développement de produits et procédés plus économes en ressources
- Promotion de meilleures pratiques au sein des entreprises
- Fiscalisation de l'utilisation des ressources (taxe sur les matières premières vierges, échange de droits d'émission)
- Élimination des subventions favorisant l'utilisation excessive des ressources
- Intégration du principe d'éco-efficacité dans les PIP, l'éco-labellisation, les commandes publiques et les rapports sur l'environnement.

### **La stratégie thématique sur le recyclage**

En vertu du même 6<sup>ème</sup> Programme, cette stratégie devrait notamment comprendre les actions suivantes :

- Détermination des déchets qui doivent être recyclés en priorité (tenant compte de l'analyse des ressources et des analyses coûts-bénéfices)

- Détermination des mesures garantissant la collecte et le recyclage des flux prioritaires, avec objectifs indicatifs et systèmes de contrôle et d'évaluation ;
- Détermination de mesures favorisant la création de marchés pour les matériaux recyclés.

Hormis le principe de prévention précité, les autres principes du développement durable, devenu une pierre angulaire de toute la construction européenne avec le Traité d'Amsterdam, se trouvent explicités notamment par les principes juridico-politiques suivants :

- Principe de précaution : intervention s'il y a lieu de croire qu'une activité cause des risques pour l'environnement.
- Principe du pollueur-payeur (qui peut être élargi au principe de responsabilité des producteurs) : imputer aux agents économiques les coûts de gestion ou de réparation de l'environnement, obligation de reprise, obligation d'assurer un certain taux de réutilisation. Pareille conception a inspiré la directive 94/62 « emballages » ainsi que la directive « véhicules usagés » ; et elle se retrouve au niveau européen dans les nouvelles propositions de directive concernant les appareils électriques et électroniques. Un autre concept s'est développé : la « Politique Intégrée des Produits » ou PIP. Par là, on entend une approche politique visant à appréhender la totalité du cycle de vie des produits (et services). Cette approche se veut en outre « intégrée » non seulement en ce qui concerne les différents paramètres environnementaux mais aussi en ce qui concerne les différents types de mesures (accords volontaires, les incitants économiques et l'information,...) et la participation de tous les acteurs concernés (industrie, commerce, organisations syndicales, environnementales et de consommateurs) ; La Commission a publié en 2001 un Livre Vert sur la PIP. Ce document met l'accent sur le fait que des produits « plus écologiques » représentent la base d'une meilleure qualité de vie, peuvent créer des richesses et assurer la compétitivité. Dans le cadre de cette stratégie, trois axes majeurs se dégagent :
  - L'adaptation du mécanisme de prix : taxations différenciées telles que les taux de TVA réduits pour les produits éco-labelisés, responsabilité des producteurs par rapport à de nouveaux flux, nouvelles orientations sur les aides d'Etat.
  - La promotion d'une consommation plus écologique : étiquetage écologique européen, contrôle des auto-déclarations à caractère environnemental, recours aux nouvelles techniques de communication (concernant les meilleures pratiques)
  - La promotion d'une production plus écologique : information sur l'impact environnemental des produits pendant toute la durée de leur cycle de vie, promotion de l'éco-design,...
- Principe de correction, par priorité à la source, des atteintes à l'environnement.
- Principe de gestion hiérarchisée : découle du principe de prévention. Les déchets doivent être traités en visant leur valorisation avant élimination en respectant la hiérarchie suivante :
  - Hiérarchie à trois niveaux (minimum à respecter en vertu du droit européen) :
    1. Prévention
    2. Valorisation
    3. Elimination
  - La directive 94/62, en matière d'emballage et de déchets d'emballages, a opté pour une hiérarchisation à cinq niveaux :

1. Prévention
  2. (de façon optionnelle) Réutilisation
  3. (de façon implicite) Recyclage-matière
  4. Valorisation-énergie
  5. Elimination
- Les directives concernant les véhicules usagés et les appareils électrique et électroniques en fin de vie envisagent une hiérarchie analogue à 5 niveaux.

A vrai dire, le débat devrait se poursuivre à l'avenir compte tenu du statut juridique restant flou des procédés de « feedstock » ou recyclage chimique des déchets plastiques.

Bien entendu, pareille hiérarchisation ne doit pas se comprendre comme imposant des solutions rigides pour chaque cas d'espèce ; elle indique seulement des étapes qui doivent entrer en ligne de compte dans la gestion des déchets.

Outre ces principes élémentaires, les Etats doivent informer la Commission Européenne de leurs choix, des mesures prises dans le domaine régi par la directive « déchets ». Ils doivent notamment :

- Communiquer leurs projets de mesures (objection possible de la Commission)
- Communiquer leurs plans de gestion des déchets
- Elaborer tous les trois ans un rapport sur la situation nationale concernant la gestion des déchets.

La valorisation n'est qu'une étape d'un processus complet dont on ne connaît vraiment ni le début (où commence la production d'un déchet), ni la fin (tous les matériaux finissent par se désagréger dans des périodes plus ou moins longues, allant de quelques semaines à plusieurs milliers d'années), et surtout dont les ramifications sont multiples : culturelles, financières, industrielles, techniques, logistiques, juridiques. Il paraît impossible d'appréhender la question des déchets plastiques en exhaustivité.

Les concepts de recyclage et de valorisation sont déjà apparus dans la directive cadre de 1975 (concernant les déchets en général) modifiée par la directive 91/156 mais ces réglementations ne prescrivait pas de façon générale une hiérarchie à respecter entre le recyclage « matière » et d'autres opérations de valorisation des déchets axées sur l'énergie.

- La directive « emballage » 94/62, par contre, définit le recyclage comme « le retraitement dans un processus de production de déchets aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins, y compris le recyclage organique, mais à l'exception de la valorisation énergétique ». La directive va jusqu'à prescrire des objectifs chiffrés contraignant en matière de recyclage. Les objectifs actuels imposent une valorisation entre 50 et 65% en poids des déchets avec un objectif spécifique de recyclage entre 25 et 45% et un minimum de 15% en poids pour chaque matériau d'emballage. Il en résulte que le recyclage « matière » doit être préféré jusqu'à un certain point à toute forme de valorisation énergétique. Ces chiffres sont revus à la hausse pour juin 2006 et atteindront respectivement : valorisation : entre 60 et 75% dont recyclage entre 55 et 70%. Les emballages plastiques devront être recyclés à hauteur de 20% (recyclage mécanique ou chimique)
- La directive « véhicules hors d'usage » 2000/53, reprend également le concept du recyclage, accompagné d'une nouvelle définition : « le traitement, dans un processus de production, de déchets, soit en vue de la même utilisation que celle d'origine (réutilisation), soit à d'autres fins, mais à l'exclusion de la valorisation énergétique ». Les objectifs contraignants de réutilisation et/ou recyclage sont fixés pour tous les

véhicules en fin de vie allant jusqu'à 85% en poids par véhicule à l'horizon de 2006 et jusqu'à 95% à l'horizon 2015.

- Le projet de directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques devrait imposer aux Etats membres d'assurer la collecte sélective financée par les producteurs. Les objectifs de la directive fixent les taux de valorisation et recyclage entre 50 et 80% du poids en fonction du type et de la catégorie de l'équipement.

## **5.2 Au niveau national**

En juillet 1993, les écotaxes ont vu le jour dans notre pays. Celles-ci sont une « taxe assimilée aux accises, frappant un produit mis à la consommation en raison des nuisances écologiques qu'il est réputé générer ».

Les emballages pour boisson sont en principe soumis à une écotaxe par récipient (quel que soient le contenu, le volume d'emballage et le matériau constituant l'emballage) sauf s'ils sont réutilisés ou soumis à un système de consigne ou si certains objectifs de recyclage sont respectés (taux de recyclage de 70% pour les plastiques). Certains emballages plastiques ont un taux de recyclage atteignant 70% et sont donc exonéré d'écotaxe.

Excepté les écotaxes, la législation concernant les déchets est une compétence régionale.

## **5.3 Au niveau Régional – Région Bruxelloise**

La politique relative aux déchets en Région bruxelloise est guidée par la hiérarchie de gestion de déchets avec une priorité à la prévention à la source des déchets et à la réutilisation, préalablement à leur traitement à des fins de réutilisation, de recyclage et d'autres formes de valorisation et puis leur élimination respectueuse de l'environnement.

La Région Bruxelloise est consciente des difficultés que représente le développement du secteur du recyclage. Collecter les déchets recyclables et les recycler au maximum pour laisser une place importante pour le secteur du recyclage, sont deux choses différentes. La RBC veut promouvoir le recyclage mécanique des déchets plastiques en Belgique (dont, en premier lieu, les emballages).

L'ensemble de la chaîne du recyclage (allant des producteurs et les transformateurs de matières plastiques via les organismes de collecte des emballages aux entreprises de recyclage) ont créé en 2002 une plate-forme de concertation, Plaremec. La Région soutient cette initiative à condition d'engagements concrets (y compris financiers) pris par le secteur privé.

La région est attentive au développement de filières durables de recyclage des fractions triées, de manière à pérenniser les schémas de collecte. Dans ce cadre, la région veille au statut des travailleurs employés dans ce secteur économique et, en particulier, l'utilisation de main d'œuvre non adulte ou sous payée pour divers motifs est exclue.

En se focalisant sur une politique de dématérialisation, la Région s'est engagée à faire le lien entre la politique de déchets et les politiques de produits et de ressources et de contribuer à découpler la croissance de la production des déchets de la croissance économique.

La législation stipule que les modalités d'exécution de la responsabilisation des producteurs peuvent faire l'objet d'accords volontaires. Comme les secteurs sont organisés au niveau national dans la plupart des cas, ces accords sont plus aisés à négocier sur une base interrégionale. Les flux de matières plastiques ont fait ou vont faire l'objet d'une telle procédure.

Les principaux aspects dans la responsabilisation des producteurs concernent la prise en charge des frais de gestion des déchets et la poursuite d'objectifs chiffrés en terme de réutilisation/recyclage/valorisation.

Le 18 juillet 2002, un arrêté instaurant une obligation de reprise de certains déchets en vue de leur valorisation ou de leur élimination a été adoptée par le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale. Son contenu avait été préparé de manière coordonnée avec les autres Régions, notamment en terme de flux concernés par l'obligation de reprise, en terme de délais et en terme d'objectifs chiffrés à atteindre. Ainsi, une obligation de reprise existe pour les véhicules hors d'usage, les déchets des appareils électriques et électroniques<sup>19</sup>.

Au niveau de la Commission interrégionale de l'emballage, la Région vise à obtenir la mise en application effective du principe de la prise en charge par les responsables d'emballages de la totalité des frais de collecte, tri et valorisation des déchets d'emballages, de même que la minimisation des cotisations prélevées auprès des consommateurs. La Région vise à atteindre un minimum de 30% de recyclage par type d'emballage (objectifs pour 2007). Ce même pourcentage est donc aussi valable pour les emballages plastiques.

La région doit s'assurer de l'affectation réelle et maximisée des cotisations prélevées sur le consommateur par des organisations intermédiaires (FOST Plus, RECUPEL, ...) à la couverture des coûts complets de collecte et de recyclage des matériaux visés, compte tenu de la situation urbaine bruxelloise où les scénarios de collecte et les coûts sont naturellement différents de ceux des autres régions dont aujourd'hui la moyenne est prise comme référence.

Les fonds ainsi gérés, par exemple, par FOST Plus et VAL-I-PAC (pour les emballages), par RECUPEL (pour les appareils électriques et électroniques) représentent des montants énormes et diluent la prise de conscience du producteur/importateur individuel des frais de gestion des déchets dont il est à la base. La Région contrôle attentivement les fonds constitués sur base des cotisations des consommateurs pour la reprise des déchets. De manière systématique pour tous les flux soumis à une obligation de reprise, la Région s'efforce de faire diminuer la part que le consommateur paie afin d'atteindre une vraie internalisation des frais de gestion des déchets dans le chef du producteur/importateur.

En ce qui concerne les DEEE, la Région prévoit d'accorder une attention particulière aux efforts de modulation (voir diminution) des cotisations pour la collecte et le traitement des déchets en fonction de la recyclabilité du produit ou du groupe de produits mis sur le marché, et de s'assurer de la couverture totale et complète des coûts de collecte, recyclage et traitement. L'IBGE doit organiser des contrôles spécifiques pour s'assurer du respect de l'obligation de reprise par les acteurs économiques.

Pour les véhicules hors d'usage, le consommateur ne paie actuellement pas de cotisation de gestion des déchets lors d'achat d'un nouveau véhicule. En effet, les valeurs que rapportent les pièces de rechange couvrent facilement les frais de démontage et de dépollution ; opérations coûteuses lors de l'élimination des véhicules hors d'usage.

L'arrêté du 6 septembre 2001 « relatif à l'agrément des exploitants de centres d'élimination de véhicules hors d'usage habilités à délivrer un certificat de destruction et aux conditions d'exploitation desdits centres » stipule les conditions d'exploitation des centres d'élimination de véhicules hors d'usage qui sont les seuls à pouvoir délivrer un certificat de destruction. Ce certificat est nécessaire pour faire dés-immatriculer le véhicule définitivement. Les véhicules non complets (dépourvus de certaines pièces de rechange réutilisables) devraient être acceptés dans les centres agréés à un prix ne dépassant pas les frais de démontage et de dépollution. Ainsi, le marché des pièces de rechange d'occasion peut être préservé.

---

<sup>19</sup> D'autres types de déchets sont également pris en compte : les pneus usagés, les piles et batteries usagées, les médicaments périmés, les huiles usagées, les déchets des huiles et graisses alimentaires usagées et les déchets photographiques

## 6 Le recyclage des emballages plastiques

### 6.1 Introduction

Les emballages sont le premier secteur d'application des matières plastiques avec 38% de la consommation totale en Europe. La progression de la consommation d'emballages plastiques est évaluée entre 2 et 4% par an. Ces résultats s'expliquent par le faible coût et les qualités (poids, performances) exceptionnelles<sup>20</sup>.

Contrairement à ce que l'on croit dans le grand public<sup>21</sup>, les bouteilles recyclées ne font pas d'autres bouteilles. La voie privilégiée aujourd'hui est la transformation en fibres de pulls (dite "laine" polaire...). Le PET est surtout utilisé en fibres industrielles (rembourrage de couettes, tapis automobile...).

Recyclage des matières plastiques. "L'image et la réalité."			
L'image		La réalité	
<i>Quels sont les débouchés des bouteilles plastiques recyclées<sup>22</sup> (% de réponses)</i>		<i>Les débouchés réels des bouteilles plastiques recyclées<sup>23</sup> (% de réponses)</i>	
Bouteilles et récipients	32%	Textiles	44%
Tissus, vêtements	18%	Tubes	39%
Emballages	5%	Chaussures	7%
Aménagement intérieur des voitures	4%	Soufflage (bouteilles)	1%
Sacs, bâches	4%		

Tableau 6-1 Recyclage des matières plastiques. "L'image et la réalité." [38]

Ce chapitre permet de faire le point sur le secteur de l'emballage en Europe et en particulier en Belgique.

Nous nous limiterons pour la Belgique au secteur de l'emballage ménager étant donné le manque de documentation concernant les emballages industriels qui sont gérés par Val-I-Pac (homologue de FOST Plus, voir §6.3.2).

Les résultats du recyclage seront détaillés pour chaque pays de l'UE. Les obstacles à l'extension de la fraction de plastique visée par la collecte sélective seront analysés et des pistes d'amélioration formulées.

### 6.2 Recyclage des emballages plastiques en Europe

Deux indicateurs peuvent être utilisés pour chiffrer les résultats de la valorisation :

<sup>20</sup> Exemple: un sac de caisse de 6 grammes peut contenir jusqu'à 10 kg. Le poids d'un sac de caisse a diminué de 70% en vingt ans. Une bouteille de 30 grammes contient 1,5 litre. Le seul passage d'une bouteille PVC à une bouteille PET diminue le poids de 20%.

<sup>21</sup> Sondage SOFRES, avril 1999, *Les Français et le recyclage des matières plastiques*.

<sup>22</sup> Sondage SOFRES, avril 1999, *Les Français et le recyclage des matières plastiques*

<sup>23</sup> Valorplast, 1998

### 6.2.1 Le chiffrage professionnel.

Selon la profession<sup>24</sup>, la valorisation des déchets d'emballages ménagers est de l'ordre du tiers en 1997, répartis en 25% au titre de la valorisation énergétique et 8% au titre du recyclage matière.

### 6.2.2 L'"autre chiffrage"

Cet autre chiffrage prend en compte le fait que les emballages valorisés ne doivent pas être comparés aux emballages mis sur le marché, mais aux emballages récupérés après usage, c'est-à-dire chargés d'humidité, de salissures et, eux-mêmes "suremballés" par des sacs poubelles.

Sur cette autre base augmentée, les taux de valorisation sont par conséquent réduits et pratiquement diminués de moitié.

En Europe occidentale, suivant les scénarios mis en oeuvre à grande échelle, il est possible de distinguer 3 catégories d'Etats [20]:

- Les Etats où n'est pas organisé de système de collecte des emballages plastiques en tant que tel ;
- Les Etats dont le scénario vise principalement les flacons et bouteilles ;
- Les Etats où tous les emballages plastiques sont collectés.

### 6.2.3 Les Etats qui ne collectent pas ou peu les plastiques

Les pays nordiques (Danemark, Finlande et Suède) ont opté pour un système d'emballages « remplissables », pour la bière, les eaux et les soft drinks. Par contre les emballages plastiques ménagers ne sont ni collectés ni recyclés. Les faibles pourcentages de recyclage pour les emballages sont la conséquence de cette politique et concernent les emballages industriels de groupage (films LDPE). Les déchets ménagers sont incinérés dans leur grande majorité. Afin de pouvoir atteindre les taux de la directive, ces pays commencent à étudier la possibilité de collecter les bouteilles plastiques par apport volontaire.

Le taux de recyclage pour les emballages plastiques en 1997 (l'année la plus récente pour laquelle des chiffres sont publiés par la Commission Européenne):

Pays	% de recyclage (1997)
Danemark	8,1
Finlande	10,2
Suède	14,0

Tableau 6-2 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas du Danemark, la Finlande et la Suède [20].

La Grèce et le Portugal ont des taux de recyclage très bas pour les emballages plastiques:

Pays	% de recyclage (1997)
Grèce	5
Portugal	1

Tableau 6-3 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de la Grèce et du Portugal [20].

<sup>24</sup> Document élaboré pour l'OPECST par le SPMP (Syndicat des producteurs de matières plastiques) et le CSEMP (Chambre syndicale des emballages en matière plastique), France.

Il faut préciser que les emballages recyclés en Grèce sont des emballages industriels de transport (films LDPE), alors que les emballages plastiques ménagers collectés et recyclés au Portugal sont des bouteilles. La création d'un système Point Vert au Portugal a permis d'augmenter sensiblement le recyclage des bouteilles plastiques.

Le Royaume Uni a vu se développer quelques expériences sporadiques de bouteilles plastiques (RECOUP) par apport volontaire (bottle bank) mais le taux de recyclage concerne, dans sa grande majorité, des emballages industriels de transport.

Pays	% de recyclage (1997)
Royaume Uni	7

Tableau 6-4 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas du Royaume Uni [20].

L'Irlande ne recycle que les emballages industriels (films agricoles)

Pays	% de recyclage (1997)
Irlande	4

Tableau 6-5 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de l'Irlande [20].

Les Pays-Bas, comme les pays nordiques, ont opté pour les emballages boissons « reremplissables » et ne recyclent aucun emballage plastique ménager. Les taux de recyclage atteints dans le cadre de la Directive le sont via les emballages industriels.

Pays	% de recyclage (1997)
Pays-Bas	12,4

Tableau 6-6 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas des Pays-Bas [20].

#### 6.2.4 Les Etats qui collectent principalement les flacons et bouteilles

Outre la Belgique, la France, le Grand-Duché de Luxembourg, L'Italie et la Suisse ont opté pour le recyclage des bouteilles plastiques.

En France, bien qu'il existe certaines expériences de collectes sélectives étendues à d'autres emballages plastiques, les taux de recyclage d'emballages ménagers se rapportent aux bouteilles plastiques collectées en porte-à-porte et par apport volontaire. Les taux de recyclage du Grand-Duché de Luxembourg ont également trait aux bouteilles plastiques.

En Italie, il faut préciser que les collectes sélectives des bouteilles plastiques se développent, par apport volontaire exclusivement, et dans la moitié Nord du pays.

Pays	% de recyclage (1997)
Belgique	25,3
France	5,2
Grand-Duché	2
Italie	9,6

Tableau 6-7 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de la Belgique, la France, le Grand-Duché de Luxembourg et l'Italie [20].

En Suisse, bien que n'étant pas membre de l'Union Européenne, seules des collectes sélectives de bouteilles PET sont organisées à grandes échelles mais les taux nationaux de recyclage ne sont pas connus pour l'ensemble des emballages plastiques ménagers. Comme en témoigne le rapport de l'office suisse de l'environnement (OFEFP), la stratégie suisse reste à l'incinération des déchets ménagers plastiques à l'exclusion des bouteilles PET.

### 6.2.5 Les Etats où sont collectés tous les emballages plastiques

Seuls deux Etats, l'Allemagne et l'Autriche, pratiquent la collecte intensive de tous les emballages ménagers. L'Espagne laisse la liberté aux collectivités locales de collecter et de trier les bouteilles et flacons ainsi que les autres emballages ménagers. Les résultats de recyclage sont les suivants :

Pays	% de recyclage (1997)
Allemagne	48,6
Autriche	20,0
Espagne	6,7

Tableau 6-8 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de l'Allemagne, l'Autriche et l'Espagne [20].

#### **Cas de l'Autriche (système ARA) :**

En 1999, 85 kt nettes d'emballages plastiques ont été collectées (résidus non compris). Sur ces quantités, 36 kt ont été recyclées, le reste étant valorisé énergétiquement. Ces plastiques recyclés sont pour la plupart des bouteilles (14 kt), proportionnellement moins nombreuses qu'en Belgique du fait de la présence d'un système de consignes et des films LDPE (25kt).

La ville de Vienne a connu une expérience de collecte des pots de yaourt en 1989. En raison des problèmes économiques apparus lors de leur valorisation, leur collecte a été abandonnée deux ans plus tard. En 1993 (année de la Directive CE) et en 1995, tous les emballages plastiques ont été collectés dans un système mixte de « matières plastiques + matières composites ». En 1995, cette collecte a été limitée aux matières plastiques réellement utilisables, pour éviter une collecte à la fois critiquable du point de vue écologique et très coûteuse du point de vue économique ».

#### **Cas de l'Allemagne (DSD)**

Le gisement d'emballages plastiques ménagers allemand est estimé à 11,76 kg/hab (GVM, 1999). Pour l'année 1999, la quantité brute collectée est d'environ 26kg/hab (emballages + résidus), incluant entre autres 7,44 kg/an.hab d'emballages plastiques.

Ces 7,44 kg/hab se décompose comme suit :

- 1,78 kg/hab pour les films
- 0,74 kg/hab pour les bouteilles et flacons (moins nombreux qu'en Belgique pour la même année)
- 4,76 kg/hab pour les plastiques mélangés.

Il faut noter que les résidus après tri atteignent environ 37%, parmi lesquels subsistent aussi des éléments plastiques.

Le système développé en Allemagne - collecte de tous les emballages plastiques - a parmi, outre les bouteilles et flacons, que d'extraire 1,78 kg/hab de films recyclés. Les 4,76 kg/hab de plastiques mélangés sont, en grosse partie, valorisés dans des applications telles que la sidérurgie et le recyclage chimique.

Le coût des opérations (collecte, tri et valorisation) est quant à lui élevé, puisqu'il est estimé entre 1.500 et 1.600 EUR/t.

#### **Cas de l'Espagne (Ecoembes)**

En Espagne, suivant le choix des collectivités locales, la collecte de tous les emballages plastiques est en vigueur. Quatre flux sont triés dans les centres de tri : le PET, l'HDPE, le PVC, les plastiques mélangés. Les plastiques mélangés ont été jusqu'à présent incinérés, voire mis en décharge. Sous peu, un projet de recyclage, via la fabrication de mobilier de jardin, devrait voir le jour, mais sa capacité restera limitée à environ 10 kt, ce qui est nettement insuffisant à l'échelle espagnole (0,25 kg/hab). Le taux de recyclage devrait atteindre 10,4%. Remarquons enfin qu'Ecoembes ne paie que le surcoût du système par rapport au traitement des ordures ménagères.

### **Autres expériences**

Certains centre de tri ont ponctuellement trié les films plastiques, tant en France qu'en Belgique. D'autres part, certaines communes belges ont déjà réalisé une collecte généralisée des emballages plastiques, hors système Fost Plus. C'est notamment le cas de Knokke-Heist, Tienen, Londerzeel,... Dans tous les cas, seules les fractions visées par le système Fost Plus ont pu être recyclées. Par conséquent, le taux de résidu de tous ces projets était très élevé : de 40 à 75%.

## **6.3 En Belgique**

### **6.3.1 Le Point Vert**

Le point vert fut pour la première fois imprimé en Allemagne en 199. C'était le début du recyclage des déchets. Le point vert est désormais un exemple internationalement reconnu de l'implémentation du développement durable demandé lors de la conférence de Rio en 1992. Le point vert n'est pas resté isolé en Allemagne ; 16 autres pays – dont la Belgique – ont suivi le modèle allemand afin d'organiser le principe de responsabilisation du producteur dans la gestion des déchets -à rappeler que ce principe est un des piliers du développement durable- en imposant aux industriels qui mettent des produits emballés sur le marché de reprendre les emballages lorsqu'ils deviennent des déchets.

Au niveau européen, la directive 94/62 relative aux déchets d'emballages, impose aux Etats membres d'instaurer des systèmes de collecte de déchets d'emballage en vue d'assurer leur réutilisation ou leur valorisation. En Belgique, l'Accord de Coopération Interrégional (ACI) sur les déchets d'emballage crée une obligation de reprise pour les responsables de la mise sur le marché de produits emballés.

Le point vert atteste que la firme qui met un produit sur le marché contribue au financement d'un système de collecte sélective et de tri des déchets d'emballage. En Belgique, le point vert est géré par la société FOST Plus. Nous détaillerons dans le paragraphe suivant les activités de FOST Plus.

Un responsable d'emballage peut également satisfaire lui-même à ses obligations de reprise (directement ou par moyen interposé) sans faire appel à un organisme agréé (FOST Plus en Belgique). En 1999, environ 1.800 entreprises<sup>25</sup> déclaraient à la Commission Interrégionale d'Emballages (la IVCIE) qu'elles rempliraient elles-mêmes leurs obligations de reprise et de traitement comme décrit dans l'accord de coopération. Cependant, la majorité de ces firmes contrôlées par la IVCIE n'était pas en mesure de fournir les preuves tangibles d'un recyclage effectif de leurs matériaux. C'est pourquoi la IVCIE prévoit de renforcer ses contrôles envers les producteurs marginaux.

La réussite du système « point vert » repose sur la participation des consommateurs : ils doivent jouer le jeu en triant leurs déchets et en les remettant à la collecte sélective (porte à porte, container,...)

---

<sup>25</sup> Tout type d'emballage confondu

Souvent confondu avec un symbole de recyclage, le point vert n'a pourtant aucune signification écologique. Il ne donne aucune information sur la qualité écologique du matériau et ne résulte d'aucun écolabel. Ce n'est qu'un écolabel. Il ne garantit pas non plus que l'emballage sera recyclé, ni même collecté séparément.

### **6.3.2 Fost Plus (emballages ménagers) [22]**

#### **Description**

A l'instar des chutes industrielles récupérées et traitées comme dans n'importe quelle autre filière de production (récupération de bobines de plastique inutilisées...), il existe une collecte organisée à ce jour portant sur les emballages ménagers (soit 60% du marché total des emballages) ou, plutôt, sur une fraction des emballages ménagers, puisqu'il ne s'agit en réalité, pour le moment, que des seuls corps creux, d'une certaine taille (bouteilles, flacons, bidons) qui ne représentent que le quart du gisement emballages, soit 15% seulement du gisement plastique.

Cette collecte répond aux conditions fixées par la directive européenne qui impose aux producteurs, importateurs ou toute autre personne responsable de la mise sur le marché d'un emballage ménager de pourvoir à l'élimination de ce produit, notamment en recourant aux services d'un organisme agréé.

FOST Plus est le seul organisme agréé en Belgique qui prend en charge la responsabilité d'élimination des emballages ménager d'une part, en mettant en place une collecte sélective et d'autre part, en proposant une garantie de reprise.

Fost a été fondée de manière volontaire par secteur privé (grandes firmes belges de la production et de la distribution). En janvier 1996, FOST Plus s'est transformée en ASBL.

Fost Plus a, en tant qu'organisme agréé, pour mission de prendre en charge l'exécution de l'obligation de reprise des déchets d'emballages ménagers de ses adhérents. Fost Plus doit dès lors atteindre les taux de recyclage et de valorisation prescrits par l'ACI.

FOST Plus ne possède aucune structure de collecte, de tri et de recyclage. Elle organise le système, établit les contrats entre les différents intermédiaires, finance les opérations de collecte et de tri, effectue les contrôles et se charge des campagnes d'information.

Fost Plus est, de ce fait, un organe central autour duquel les acteurs (partenaires de Fost Plus) sont coresponsable de la gestion des déchets. Ces acteurs sont :

- Les consommateurs
- Les pouvoirs publics
- Les producteurs de matériaux d'emballages (plastiques et autres)
- Les responsables d'emballages
- Les filières de recyclage et valorisation

FOST Plus a également pour mission de suivre les développements politiques et légaux en s'efforçant d'obtenir une sécurité juridique pour ses adhérents et en évitant des sanctions complémentaires aux emballages pour lesquels elle est responsable de la gestion.

#### **Rapport d'activité de FOST Plus**

L'impulsion fournie par Fost Plus a permis à la Belgique de se situer dans le peloton de tête du recyclage des déchets d'emballage pour l'UE.

En 2002, 550 communes étaient couvertes par Fost Plus (ce qui représente 9,67 millions d'habitants soit 93% de la population). Un total de 568 kt de déchets ont ainsi été recyclés cette année là. Le nombre d'entreprises membres (adhérents) de Fost Plus n'a cessé d'augmenter depuis sa création. En 2002, près de 6.500 entreprises étaient membres. Ces entreprises ont mis quelque 718,9 kt d'emballage sur le marché, soit 94% du tonnage total

des emballages mis sur le marché belge et paient à cet effet une contribution de 86,2 millions EUR. A titre de comparaison, il y avait en 1999 quelque 5.400 adhérents qui totalisaient 650kt d'emballages, soit un peu plus de 85% du total.

L'activité de Fost Plus est en pleine progression depuis le début de sa création mais ne couvrira sans doute pas tout le marché car, rappelons-le, les entreprises n'ont aucune obligation d'y adhérer. Le plastique déclaré par les adhérents comporte les produits à base de PET, HDPE et d'autres matières plastiques valorisables (chiffres de 2002):

	<b>PET</b>	<b>HDPE</b>	<b>PET + HDPE</b>	<b>Autres plastiques valorisables<sup>26</sup></b>	<b>Tous plastiques confondus</b>
Tonnage (kt)	53,1	16,6	69,7	87,9	157,6
% du tonnage total	7,4	2,3	9,7	12,2	21,9
Contribution (MEur)	19,4	6,1	25,5	39,8	65,3
% de la contribution totale	22,6	7,1	29,7	42,9	72,6
Tarif (Eurc/kg)			28,26	37,49	

Tableau 6-9 Quantité et la contribution des plastiques collectées par FostPlus [22].

Les autres matériaux récupérés par FostPlus sont : le verre, le papier carton, l'acier, l'aluminium, les cartons à boissons. A titre de comparaison, le Tableau 6-10 reprend le pourcentage du tonnage et de la contribution de ces différents matériaux.

	<b>% tonnage</b>	<b>% contribution</b>	<b>Tarif (Eurc/kg)</b>
Verre	43,2	7,2	2,31
Papier carton	18,3	2,0	1,60
Acier	11,2	6,1	6,36
Aluminium	1,4	2,3	22,25
PET	7,4	22,6	28,26
HDPE	2,3	7,1	28,26
Cartons à boissons	2,8	6,1	24,41
Autres plastiques valorisables	12,2	42,9	37,49
Autres déchets non-valorisables	0,1	0,6	41,23

Tableau 6-10 Quantité et contribution des autres matériaux collectés par FostPlus [22].

<sup>26</sup> Le rapport annuel de FOST Plus mentionne pour cette colonne « autres déchets valorisables » qui comprennent 93% de déchets plastiques.

Au vu des tarifs formulés par Fost plus, les plastiques sont de loin les matières les plus onéreuses et fournissent plus des  $\frac{3}{4}$  des revenus de Fost Plus pour un apport en terme de poids de moins de 25%.

En terme de tonnage, le verre est le plus représenté. En terme de contribution, c'est le matériau « autres plastiques valorisables » qui est le plus représenté.

Divers éléments tels que les coûts de collecte et de tri, la valeur des matériaux, les quantités mises sur le marché, ainsi que les pourcentages de recyclage interviennent dans la fixation des tarifs Points Verts appliqués à chacun des matériaux. Les tarifs individuels peuvent donc augmenter ou baisser d'année en année.

En ce qui concerne l'alimentation (30,6 % de la contribution en 2002), c'est surtout l'utilisation des emballages en plastique qui permet à ce secteur de représenter une part importante des contributions. En effet, les emballages en plastique du secteur de l'alimentation représentent 70% de la contribution totale payée par ce secteur à Fost Plus. En ce qui concerne les boissons, 50% de la contribution totale que le secteur paie à Fost Plus concerne des bouteilles en PET<sup>27</sup>.

La collecte des PMC<sup>28</sup> (sac bleu) est passée de 6,6 kg/hab/an en moyenne à 14,09 kg/hab/an. La composition des PMC est restée pratiquement identique depuis 1995, à savoir :

<b>Composition en % du PMC</b>	
Cartons à boissons	10,67
Résidu	16,46
Bouteilles et flacons en plastique	37,25
Sacs bleus	1,90
Emballages métalliques	33,72

Tableau 6-11 Composition en pourcentage du PMC.

En complément des collectes en porte à porte, les déchets PMC sont également collectés dans les parcs à conteneurs, à la demande des intercommunales. Ainsi, 13% des PMC sont collectés via les parcs à conteneurs.

### **Les coûts de la collecte et du tri**

Le coût de la collecte des plastiques (via PMC) est stable par rapport à 2001, tandis que le coût du tri des PMC a baissé, passant de 204 EUR/t à 191 EUR/t.

Coût de la collecte : 186 EUR/t

Coût du tri : 191 EUR/t

L'emploi correspondant aux activités de collecte et de tri est chiffré à (pour 2002) :

---

<sup>27</sup> le PET utilisé à des fins d'emballage est presque exclusivement utilisé dans le secteur des boissons (93%)

<sup>28</sup> PMC = Plastiques, Métaux, Cartons

### **Personnes employées**

Activité	Nombre de personnes
Collecte de PMC	464
Tri des PMC	235

Tableau 6-12 Personnes employées pour la collecte et le tri des PMC.

### **Analyse du scénario de Fost Plus**

En matière de collecte et de recyclage des emballages plastiques, le scénario de Fost Plus consiste à viser uniquement les bouteilles et flacons en plastique. Cette fraction est collectée avec les PMC. Suivant le scénario le plus répandu, les PMC sont collectés deux fois par mois en porte à porte au moyen de sacs bleu translucide mis à disposition des citoyens, et sont également acceptés sur les parcs à conteneurs des communes. Les raisons invoquées par Fost Plus de se limiter, pour les emballages plastiques, à la seule collecte des bouteilles et flacons, est le souci de répondre à des impératifs d'optimisation du recyclage des emballages. L'argumentation utilisée est la suivante :

- L'homogénéité des matériaux : la fraction visée présente l'avantage d'être homogène et proportionnellement très importante et permet le bon fonctionnement des techniques manuelles de tri des emballages au niveau des installations – centres de tri – existantes.
- L'hygiène : les bouteilles et flacons sont facile à vider complètement, ce qui maintient une hygiène satisfaisante, tant pour le citoyen qui gère son sac pendant 15 jours, que pour les opérateurs de collecte et de tri en contact direct avec les déchets, ou pour les recycleurs pour qui la pureté des matériaux est indispensable. A noter que les recycleurs sont intéressés par une marchandise homogène, vu l'incompatibilité chimique entre les différents types de plastiques existant.
- La demande de matières : bon nombre de matériaux d'emballages plastiques présentent peu ou pas d'intérêt pour les filières de recyclage, par manque de pureté ou de quantité.

Tant par leur composition que par l'efficacité du tri qu'elles permettent, les bouteilles et flacons répondent à cet impératif d'homogénéité.

Avec ce scénario, Fost Plus a, en 2002, obtenu les résultats suivants<sup>29</sup> :

- Les 157,4 kt de plastiques collectés, dont 69,6 kt de bouteilles et flacons visés par le scénario Fost Plus, ce qui représente 44% du gisement récolté.
- Le taux de recyclage est estimé par Fost Plus à 28,5% du gisement total récolté ou 64,4% du gisement de bouteilles et flacons récoltés, soit 44.867 kt.
- Le reste des plastiques, soit 87,7 kt (56%) est considéré pour 93% par Fost Plus comme valorisable.

Remarque importante : dans son rapport annuel, Fost Plus mentionne 19,2 kt d'emballages (tout type confondu) valorisés énergétiquement. Cette fraction étant principalement composée de plastique. Il existe donc une différence de 68,5 kt qui est valorisée autrement mais pour laquelle FOST Plus ne mentionne pas les filières.

### **Composition des emballages plastiques ménagers**

---

<sup>29</sup> Analyse effectuée à partir des chiffres disponibles dans le rapport annuel 2002

Les données fournies par les adhérents à Fost Plus pour 1999 apportent quelques informations sur la composition du marché des plastiques en Belgique :

	kt	%
Bouteilles en PET	53,1	33,5%
Bouteilles et flacons en HDPE	16,6	10,5%
Total des bouteilles et flacons	69,7	44%
Autres emballages plastiques	87,7	56%
<b>Total</b>	<b>157,4</b>	<b>100%</b>

Tableau 6-13 Composition du marché des plastiques en Belgique.

Derrière la dénomination « autres emballages plastiques » se cachent beaucoup de produits différents, qui peuvent être classés :

- Par famille de produit ;
- Par élément d'emballage ;
- Par matériau.

Hors bouteilles et flacons, les emballages plastiques ménagers proviennent de 180 familles différentes de produits. Pour avoir une meilleure idée de la répartition du gisement, on peut mettre en évidence les principaux regroupements de familles (pourcentage de 1999, données de tonnage de 2002<sup>30</sup>) :

Famille de produit « autres plastiques »	kt	%
Produits alimentaires	50,5	57,6%
Emballages de service	10,1	11,5%
Soins du corps	6,2	7,1%
Nettoyage et entretien	4,6	5,2%
Autres catégories (19 catégories)	16,4	18,7%
<b>Total</b>	<b>87,7</b>	<b>100%</b>

Tableau 6-14 Composition du marché des "autres plastiques" en Belgique

Cette classification renseigne peu sur la composition des emballages mais illustre la diversité de provenance des différents secteurs d'activité. Le secteur alimentaire est lui-même très vaste.

---

<sup>30</sup> On peut considérer que la répartition du poids « autres plastiques » entre les différents produits est identique aux deux années.

Les emballages peuvent également être classés par éléments d'emballage :

<b>Eléments d'emballage</b>	<b>% autres</b>	<b>%Total</b>
Bouteilles et flacons		<b>44,3%</b>
<b>Autres plastiques</b>		
- Caisses, cageots...	13,2%	
- Sacs	12,6%	
- Pots, ravier, bocaux...	9,3%	
- Récipients de présentation (ravier, terrines, plateaux, barquettes...)	8,5%	
- Multipacks	8,3%	
- Films, housses...	7,1%	
- Autres (14 catégories)	40,9%	
<b>Total « autres plastiques »</b>	<b>100%</b>	<b>55,7%</b>
<b>Total emballage plastique</b>		<b>100%</b>

Tableau 6-15 Types d'emballages

A nouveau, une grande diversité, cette fois dans le type d'emballages présents sur le marché.

En regardant la répartition totale des emballages, on constate qu'en dehors des bouteilles et flacons, aucune famille n'est représentée à plus de 10% du marché. Même au sein des « autres plastiques », aucune catégorie n'est prépondérante.

Toutefois, en regroupant les emballages de cette catégorie en deux grandes familles génériques : emballages « souples » (films, sacs, pochettes...) et emballages « rigides » (boîtes, caisses, pots, ravier, barquettes, bouchons...), on peut se rendre compte que la fraction « souple » représente entre 1/3 et 1/2 des emballages « autres plastiques ». Une étude réalisée par SOFRES Conseil à Paris, sur base des données de l'APME, met en évidence la diversité des compositions des emballages plastiques, hors bouteilles (chiffres de 1996) :

- Les films souples : L'étude rapporte que la fraction « films souples » est principalement constituée de 3 matières plastiques différentes : LDPE (61% des films), HDPE (14% des films) et PP (24%). Notons que depuis 1996, les films HDPE et PP ont remplacé un certain nombre de films LDPE. Les trois polyoléfinés que sont le LDPE, le HDPE et le PP sont incompatibles entre elles lors d'un recyclage groupé, sauf dans des proportions bien particulières. La fraction « films plastiques » ne peut donc pas être considérée comme homogène ce qui nécessiterait de séparer les films plastiques par polymère, avant toute opération de recyclage.
- Les éléments rigides : On distingue deux types d'éléments : les éléments thermoformés (ravier, barquettes...) et les éléments injectés (pots, boîtes...)
  - o Concernant les éléments thermoformés rigides et semi-rigides, l'étude montre que ces éléments sont constitués de plusieurs polymères, parmi lesquels le PS, le PP et le PVC, de plus en plus remplacé par le PET depuis 1996.
  - o Les éléments injectés sont quant à eux majoritairement composés de PP et de HDPE.

	Films souples	Emballages rigides
LDPE	61%	4%
PVC		24%
HDPE	14%	
PP	24%	21%
Autres	1%	
PS		51%

Tableau 6-16 Répartition emballages souples versus rigides

### 6.3.3 Obstacles à l'extension du scénario FOST Plus

La catégorie « autres emballages plastiques » comporte donc une grande diversité dans la composition des différents produits. Pour une même application - par exemple le pot de yaourt – il est possible de retrouver une combinaison de polyoléfines différentes suivant le fabricant. Les méthodes de tri utilisées actuellement par Fost Plus ne permettent pas de valoriser ces matériaux par le recyclage mécanique.

Fost Plus a déjà réfléchi aux possibilités d'extension potentielle du scénario à d'autres fractions plastiques. Voici leur point de vue :

Si le scénario actuel de Fost Plus devait être étendu à une, plusieurs ou toutes les fractions d'emballages ménagers en plastique, un certain nombre de principes devraient être pris en considération :

- Les emballages plastiques concernés devraient être présents en quantité et en qualité suffisantes pour correspondre à un potentiel du marché de recyclage ;
- Le marché du recyclage doit être demandeur pour ces fractions supplémentaires ;
- Le message de tri à l'attention du consommateur-citoyen doit rester simple et facilement compréhensible pour que la fraction recherchée puisse être triée facilement à domicile ;
- La présence de fractions plastiques complémentaires dans le sac bleu et dans les parcs à conteneurs ne doit pas perturber le fonctionnement des collectes et des centres de tri, lesquels doivent pouvoir extraire facilement toutes les fractions visées recyclables sans accroître le taux de résidus ;
- Les coûts économiques et écologiques engendrés par une éventuelle extension de scénario doivent rester acceptables dans l'intérêt général.

### 6.3.4 Pistes d'améliorations

Deux mesures peuvent être entreprises à ce niveau pour pallier le manque de possibilités de recyclage. L'une vise l'activité du producteur ; on exerce alors le principe de responsabilisation du producteur, l'autre vise le développement technologique des méthodes de collecte, tri et recyclage (ou valorisation).

#### Mesure visant la production

Une pression au niveau des producteurs de films et emballages rigides (autre que les bouteilles et flacons) pourrait permettre leur tri et leur recyclage mécanique : par exemple par l'obligation pour les producteurs de prévoir des possibilités de recyclage d'une partie croissante de leur production. Il pourrait s'agir de nouveaux produits ou d'amélioration dans la gamme de produits existants. L'obligation doit être graduelle pour permettre une adaptation de la production. C'est une orientation politique qui peut être comparée à l'interdiction graduelle des solvants dans les peintures. En une dizaine d'année, les nouvelles peintures sans solvant ont complètement remplacé les anciennes contenant des

solvants. Une telle décision devra se prendre à l'échelle européenne afin d'éviter une distorsion de concurrence entre les fabricants d'un même type de produits.

Les avancées techniques peuvent être de plusieurs ordres :

- produits plus facilement identifiables,
- mélange de résines adéquat au recyclage,
- réduction du nombre de résines utilisées,
- harmonisation des méthodes de production,...

### **Mesure visant le développement technologique**

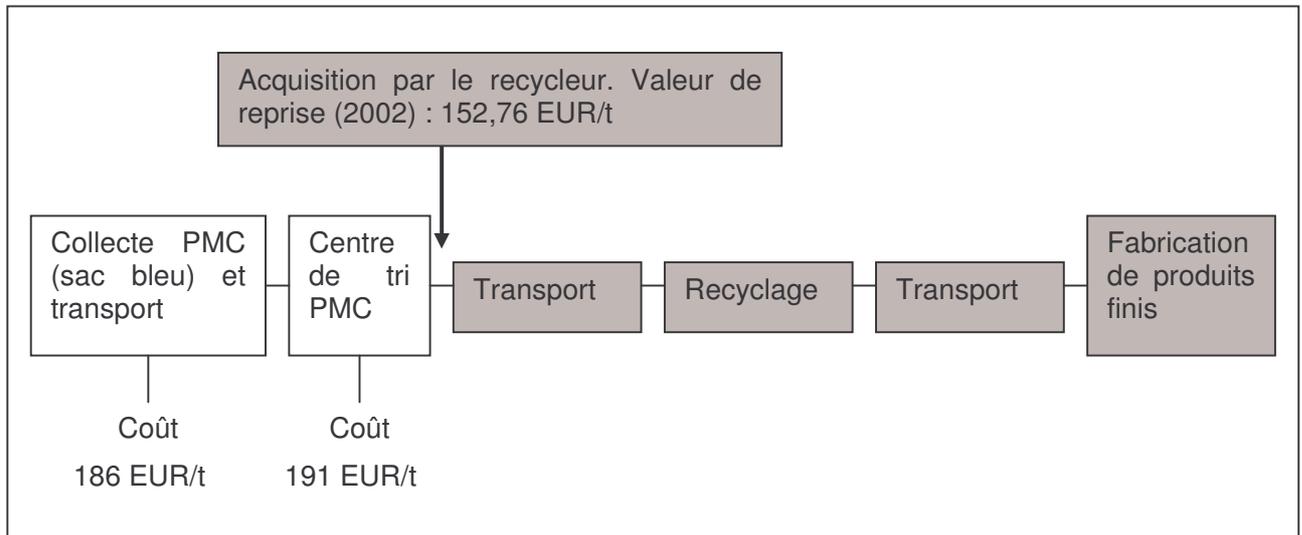
L'élargissement du nombre de types de déchets différents rendrait la mission des centres plus complexe. Les petits éléments d'emballage (pots de yaourt, sachets, coques, barquettes...) seraient éparpillés sur plusieurs circuits de l'installation car une partie échapperait au trommel (tamis d'entrée), une autre resterait mélangée avec les films et seraient donc invisibles au trieur (qu'il soit humain ou machine), une dernière serait dispersée sur la bande de tri et donc plus difficile à attraper que d'autres éléments autour. Les méthodes de tri utilisées actuellement ne permettent pas de récupérer tous les types d'emballages plastiques dans des délais économiquement acceptables. La méthode fonctionne bien si elle se limite à la sélection de bouteilles et flacons facilement identifiables (forme et volume sont leurs points forts). Une étude technico-économique sur l'implémentation du système allemand DSD (ou une variante améliorée) montrerait les avantages et les inconvénients d'un tel investissement, pourtant nécessaire si on veut agrandir la gamme de produits recyclable.

### 6.3.5 Le « Financing Need »

En Belgique, le « financing need » du recyclage des déchets d'emballage est supporté par les producteurs d'emballages puisqu'ils paient Fost Plus (organisme financier qui organise la collecte et le tri) pour récupérer les emballages en fin de vie. Le prix de reprise (financing need) calculé par Fost Plus tient compte des éléments suivants :

- Prix de vente des matières premières secondaires (départ centre de tri) : cette valeur est estimée en fonction du marché mondial du recyclage. En 2002, le prix de vente était de 152,76 EUR/t pour le PET et 41,30 EUR/t pour le HDPE. Il faut en outre préciser que les recycleurs prennent à leur charge les frais de transport entre les centres de tri et leurs installations de traitement. Les prix « rendu usine de recyclage » sont en réalité de 45 EUR/t supérieurs aux prix « départ centre de tri ».
- Prix de la collecte et du tri des déchets ; respectivement pour l'année 2002 : 186 EUR/t et 191 EUR/t.

On peut résumer les opérations par le schéma suivant :



graphique 6-1 Financing need des déchets d'emballages plastiques

Le « financing need » pour le recyclage des bouteilles et flacons en PET est de 224,24 EUR/t et de 335,7 EUR/t de HDPE. Pourtant les tarifs Point Vert de Fost Plus ne sont pas de cet ordre. Pour l'année 2002, les tarifs étaient (PET et HDPE confondus) de 366,5 EUR/t, ce qui est légèrement supérieur au financing need. Divers éléments tels que la quantité mise sur le marché et les pourcentages de recyclage interviennent également dans la fixation des tarifs Point Vert appliqués par FOST Plus. Notons que les tarifs augmentent ou baissent par ce fait d'année en année.

A titre de comparaison, le « financing need » pour le recyclage du plastique en Allemagne est de 1654 EUR/t (1997). Ce prix élevé est dû au fait que le système allemand DSD prend tous les types de plastiques en considération grâce à des moyens automatisés de tri. Ils atteignent ainsi jusqu'à 45% (1997) de recyclage (mécanique et surtout chimique).

## 7 Etude de cas : le PVC

Ce chapitre est consacré à l'analyse de l'évolution d'un plastique particulier : le PVC. Après avoir été très prisé pendant de nombreuses années, sa consommation s'est réduite à 35% en quelques années. Ce phénomène est dû en partie à l'essor de nouvelles résines sur le marché mais aussi et principalement aux pressions écologistes qu'il a subies.

Grâce à une politique de développement durable, le secteur du PVC a développé de nouveaux instruments permettant de combattre l'image négative dont il fait encore l'objet :

- Un engagement volontaire de la part de l'industrie du PVC a vu le jour en 2000 afin d'assurer une gestion responsable des produits.
- Les techniques de production ont été améliorées et le seront encore, respectant les normes environnementales en vigueur.
- De nombreux projets voient le jour, visant l'implémentation de nouvelles techniques de recyclage mécanique, chimique et même de valorisation énergétique.

Ce chapitre détaille de manière exhaustive les 3 points énoncés ci-dessus, ce qui permettra de déceler les critères inhérents à la croissance du taux de recyclage et de tenter d'extrapoler à l'ensemble des déchets plastiques.

### 7.1 Description générale [38]

Depuis quelques années, le PVC fait l'objet de contestations. Cette contestation porte moins sur son utilisation que sur les conditions de son élimination.

**Présentation.** Le PVC est composé de chlore (57% en poids) et d'éthylène (hydrocarbure issu du pétrole composé de carbone et d'hydrogène). Le PVC mélangé avec des additifs est utilisé pour un grand nombre d'applications souples (feuilles, films d'étanchéité, poches de sang,...) ou rigides (canalisations, jouets, tuyaux, cartes de crédit, "profilés" de fenêtres,...). 50% de son marché concerne la construction, 30% les emballages<sup>31</sup> (bouteilles, notamment les bouteilles contenant des liquides gazeux).

**L'essor du PVC.** Jusqu'à la fin des années 80, le PVC a été la deuxième matière plastique produite dans le monde, entre 17 et 19 millions de tonnes, soit un cinquième de l'ensemble des matières plastiques, en raison de la conjonction de deux phénomènes. Tout d'abord, la réponse aux besoins accrus de matières plastiques (entre autres dans les logements). Les canalisations en PVC ont remplacé avantageusement - sur tous les plans - les canalisations en plomb, et le succès de la fenêtre en PVC est connu: 3 millions de fenêtres en PVC sont posées chaque année en France. Ensuite, l'essor du PVC s'est accéléré à la fin des années septante, dans le contexte des suites de la crise pétrolière. Le PVC était plus intéressant, car il utilise beaucoup moins de pétrole que les autres matières premières (compte tenu de la part de chlore).

**Le déclin du PVC.** Une première alerte s'est produite avec la mise en évidence des risques sanitaires encourus par les professionnels (les ouvriers chargés de nettoyer les cuves de polymérisation étaient atteints d'une maladie atteignant les doigts, l'acro-ostéolyse). Ce risque, qui a contribué au développement d'un "syndrome des bâtiments malsains", est aujourd'hui supprimé par une diminution radicale (50 fois moins), et un contrôle strict des concentrations de chlorure de vinyle dans les ateliers. L'autre inquiétude a porté sur les conditions d'incinération du PVC. A l'heure actuelle, la consommation de PVC est estimée à moins de 6 millions de tonnes. La tendance n'est plus à la diminution mais au contraire une légère augmentation (voir chapitre 1).

---

<sup>31</sup> Chiffres de 1997

**Le pouvoir calorifique du PVC.** Le PVC a un pouvoir calorifique faible par rapport aux autres plastiques, d'environ 20MJ/kg propre, soit 12 MJ/kg avec humidité et impuretés après usage, soit un niveau proche de celui du bois. La Commission européenne donne des évolutions différentes, mais dans tous les cas inférieures à celui de PE (15,6MJ/kg, soit moins de la moitié des 36,7MJ/kg du PE).

La combustion d'une tonne de PVC produit néanmoins 425kg de gaz combustible pouvant fournir 170kg d'équivalent de pétrole. L'incinération de 100.000 tonnes de PVC produirait, par conséquent, 42.500 tonnes de gaz combustible, dont la quantité de chaleur est équivalente à 17.000 tonnes de pétrole.

**Le dégagement de chlorure.** Le PVC renferme 57% de chlore dans sa molécule et, par conséquent, dégage du chlorure en brûlant. La combustion d'une tonne de PVC produit 584 kg d'HCl (acide chlorhydrique). On estimait en 1994 que 40% de l'acide chlorhydrique émis en incinération étaient dus au PVC, 60% à d'autres produits (notamment le sel de cuisine). La concentration d'HCl en sortie de four est donc plus forte avec du PVC: de l'ordre de 1.200 ng/Nm<sup>3</sup>, contre 700 ng/Nm<sup>3</sup> sans PVC.

Cette menace a été considérée comme suffisamment grave pour susciter des déclarations inquiétantes, voire alarmistes. Ainsi, selon la Commission européenne, *"l'élimination du PVC par incinération pose de sérieux problèmes, car le chlorure produit de l'acide chlorhydrique susceptible d'entraîner la formation de dioxine. (...) De fortes concentrations de dioxine et d'acide chlorhydrique apparaissent en cas de feu de PVC."*<sup>32</sup>

**Appréciation.** Ces arguments doivent être pris avec beaucoup de précautions.

Tout d'abord, le marché s'est radicalement transformé en quelques années. L'utilisation du PVC dans les emballages s'est effondrée, en particulier dans les bouteilles, au profit du PET: Le PVC reste utilisé pour les canalisations, les gaines, mais beaucoup moins pour les emballages et, par conséquent, moins dans les usines d'incinération. Le seul changement de matière (PVC => PET) entraîne une économie de 20% en poids.

Ensuite, force est de reconnaître que les allégations sont mal étayées par un constat scientifique. Plusieurs études<sup>33</sup> ont montré au contraire que la présence de PVC dans les déchets à incinérer n'augmente pas la quantité de dioxines formées dans l'incinération des déchets ménagers. L'étude de l'incendie d'un entrepôt de PVC (200 tonnes de PVC, 500 tonnes de tapis en PVC) a montré que l'augmentation de dioxine était réelle, de l'ordre de 6,67 micro-grammes par tonne de PVC, mais deux fois moindre que celle que produirait la combustion d'une tonne de bois dans un foyer ouvert. Evidemment, plusieurs conditions doivent être remplies pour former des dioxines, il est donc difficile d'évaluer l'implication de la combustion du PVC dans la formation de dioxine. D'autres paramètres jouent un rôle aussi important, citons entre autres : la composition des produits brûlés en même temps que la PVC, les températures de combustion, le refroidissement des fumées et cendres,... L'évaluation doit donc se faire au cas par cas.

**La "menace acide chlorhydrique" est mal appréhendée.** Il est tout à fait exact que la combustion du PVC majore les émissions d'HCl dans des proportions significatives en sortie de four (on passe de 800 ng/Nm<sup>3</sup> sans PVC à 1.200 ng/Nm<sup>3</sup>). Si la menace écologique est contestable, il est, en revanche, tout à fait exact que le PVC entraîne une **majoration des coûts de traitement des fumées** : l'absorption de l'HCl se fait par adjonction de chaux, ce qui entraîne une augmentation des volumes de chaux requis pour éliminer l'HCl issu du PVC. Ainsi, selon la Commission européenne, le coût de l'incinération de plastiques

---

<sup>32</sup> Commission européenne, proposition de directive sur les véhicules hors d'usage (COM (97) 358 final)

<sup>33</sup> Miquel G. et Poignant S, Les techniques de recyclage et de valorisation des déchets ménagers et assimilés, ed. Assemblée nationale, Paris, 1999, *op. cit.*, pp 257 et suivantes.

comprenant 11% de PVC est de l'ordre de 20 à 49 euros par tonne, tandis que le coût de l'incinération du PVC seul est pratiquement dix fois supérieur (240 à 400 euros par tonne).

## **7.2 Adhésion au Développement Durable [49]**

Le secteur du PVC a mis depuis peu en pratique une démarche intégrée afin d'assurer une gestion responsable des produits tout au long de leur cycle de vie. Cette démarche est énoncée dans l'Engagement Volontaire de l'industrie du PVC. *Vinyl 2010* est l'entité dotée de la personnalité morale établie pour fournir l'infrastructure organisationnelle et financière nécessaire pour administrer et assurer le suivi des actions entreprises dans le cadre de cet engagement.

L'Engagement Volontaire a été signé en 2000. Cette démarche est sans nul doute conforme à la déclaration de Johannesburg de 2002, qui stipule que le secteur privé « a le devoir de contribuer » à la campagne pour le développement durable.

L'engagement énonce un plan à long terme pour assurer une constante amélioration de la gestion responsable des produits en PVC tout au long de leur cycle de vie. Le plan comprend des objectifs quantifiables et des échéances intermédiaires permettant à l'industrie et aux différentes parties prenantes de suivre son avancement.

Vinyl 2010 fait progresser ces engagements grâce à la recherche et au lancement de projets à moyen et long terme dans :

- La production du PVC
- Les additifs : plastifiants et stabilisants,
- Le traitement des déchets
- Le dialogue et le progrès social

L'engagement volontaire peut être résumé par les points suivants :

### ***Production en général***

- Réduire la consommation de matières premières et d'énergie si économiquement et écologiquement intéressant.
- Faire le bilan de l'avancement tous les ans.

### ***Producteurs de résine de PVC***

- Minimiser l'impact sur l'environnement par le respect des Chartes industrielles ECVM pour les procédés de production par suspension et émulsion.

### ***Producteurs de plastifiants***

- Mener des recherches pour aider les décideurs politiques à prendre des décisions adaptées ;
- Compléter les données scientifiques disponibles, déjà fournies, concernant les plastifiants ;
- S'assurer que les plastifiants sont utilisés de manière sûre, conformément aux conclusions finales des évaluations des risques dans l'UE ;
- Effectuer une analyse du cycle de vie du matériau afin de mettre en lumière des améliorations possibles du produit et de son utilisation.

### ***Producteurs de stabilisants***

- Interdire l'usage des stabilisants au cadmium dans l'Union Européenne (depuis 2001). Continuer de travailler avec la Commission Européenne sur les évaluations de risques ciblées.

- Collaborer avec l'industrie du plomb et les consultants indépendants désignés avec l'approbation des autorités néerlandaises en vue de rassembler les données nécessaires pour une évaluation complète des risques liés au plomb dans l'UE. Ce rapport devrait être disponible en 2004.
- Continuer de rechercher et de développer d'autres types de stabilisants en remplacement des systèmes très répandus et efficaces à base de plomb dans le cadre de l'engagement à remplacer les stabilisants à base de plomb d'ici à 2015.
- Produire des statistiques annuelles sur la consommation des stabilisants par les transformateurs.

### ***Transformateurs***

- Promouvoir le remplacement des stabilisants à base de plomb d'ici à 2015.
- Assumer un rôle essentiel dans le traitement des déchets par le biais d'initiatives sectorielles.
- Communiquer sur l'élimination du cadmium.
- Stimuler les synergies entre les projets de recyclage de produits.

### ***Traitement des déchets***

- Soutenir activement une démarche de traitement des déchets intégrée. Le but est d'utiliser les matières premières avec le meilleur rendement possible et de choisir les options de fin de vie les plus favorables au développement durable.

Vinyl 2010 et ses membres travaillent avec les parties concernées pour rechercher, développer et mettre en œuvre les technologies de recyclage nécessaires pour atteindre ces objectifs.

En 1998, le taux de recyclage mécanique du PVC était estimé entre 3 (=100.000 tonnes recyclées) du gisement de déchets de PVC. Ce taux est très faible lorsqu'on connaît le taux élevé de consommation du PVC par rapport aux autres résines (voir chapitre 1). Le solde des déchets de PVC était soit mis en décharge (82%) soit incinéré (15%). La raison du faible taux de recyclage est liée au coût élevé de séparation et transformation du PVC ainsi qu'à la dispersion du gisement.

Grâce au développement de nouvelles technologies de recyclage mécanique et matières premières, le recyclage total des déchets de consommation de PVC est escompté atteindre 200 000 tonnes supplémentaires par an en Europe en 2010<sup>34</sup>. Ces chiffres sont annoncés par Vinyl 2010. Il n'existe aucune prédiction concernant l'évolution de la consommation de PVC et du gisement de déchets qui sera occasionné sur cette même période. Le doublement du poids de PVC recyclé ne correspondra donc pas forcément à un doublement du taux de recyclage.

L'industrie du PVC est une partie importante du tissu socio-économique européen. Plus de 23 000 sociétés sont directement impliquées dans la chaîne de production du PVC en Europe de l'Ouest. La plupart d'entre elles sont des PME qui s'inscrivent dans un contexte économique local. La production et la transformation du PVC représentent plus de 530 000 emplois.

## **7.3 Les projets en cours de réalisation**

Le secteur du PVC connaît depuis quelques années, un essor en matière de projets innovateurs contribuant à une diminution des impacts du PVC sur l'environnement. A titre

---

<sup>34</sup> En plus des quantités déjà recyclées aujourd'hui, et compte tenu de la législation européenne sur les emballages, les véhicules en fin de vie et les déchets d'équipements électriques et électroniques.

informatif, voici une liste des projets développés dans le secteur de la production du PVC. Bien que sortant du cadre de cette étude, cet aperçu démontre qu'il y a une recherche de qualité supérieure du PVC produit à base de résines vierges. Rappelons encore que ces matériaux en PVC seront un jour les matières premières des industries du recyclage, qui comme nous le verrons, développent souvent leurs concepts en fonction de la qualité du PVC récupéré.

### **7.3.1 Production de résine de PVC**

Les producteurs de résine travaillent à minimiser l'impact sur l'environnement par le respect des Chartes Industrielles ECVM pour la production de PVC par les procédés suspension (S-PVC) et émulsion (E-PVC).

#### **VCM et S-PVC**

La Charte, qui a été signée en 1995, engageait les sociétés membres à respecter les normes environnementales avant fin 1998<sup>35</sup>.

Les rapports se fondent sur la mesure de 12 critères différents afférents au cycle de fabrication S-PVC. 38 sites de production d'Europe de l'Ouest – qui représentent 98 % de la capacité totale d'Europe de l'Ouest – ont été contrôlés.

Les résultats quant à la conformité peuvent être récapitulés de la manière suivante :

- 93 % de conformité totale, en hausse par rapport aux 88 % en 1998 ;
- 4 % de conformité partielle ou de conformité non entièrement confirmée en raison d'incertitudes relatives aux données rapportées ;
- 3 % de non-conformité, en baisse par rapport aux 9 % en 1998.

#### **E-PVC**

Les fabricants de résine de PVC progressent dans la voie de réalisation des objectifs fixés par la charte ECVM sur l'E-PVC. La date limite de conformité est fixée à fin 2003. Une vérification externe de conformité est prévue au cours de 2004.

#### **Inhibiteurs**

Les sociétés membres de l'ECVM ont convenu de cesser d'utiliser le bisphénol-A comme inhibiteur à l'étape de polymérisation de la production de PVC à compter du 1er janvier 2002. La décision a été prise suite aux premières conclusions du projet d'évaluation des risques liés au bisphénol-A qui est actuellement mené sous la responsabilité des autorités britanniques. L'étude britannique a indiqué que les émissions dans les eaux usées provenant d'usines de fabrication de PVC pouvaient, dans certaines conditions, donner lieu à des concentrations supérieures aux « concentrations prévues sans effet » (predicted no-effect concentrations - PNEC) stipulées dans les études éco-toxicologiques. D'autres utilisations du bisphénol-A dans la production de produits en PVC ne présentent pas de risque de dépassement des valeurs PNEC actuelles et seront donc poursuivies.

### **7.3.2 Plastifiants**

#### **Production de plastifiants**

Au cours de 2002, l'industrie a de nouveau investi largement dans son programme de recherche destiné à apporter les études scientifiques nécessaires pour faciliter la finalisation

---

<sup>35</sup> Le respect de ces normes a été évalué une première fois en 1999 par Det Norske Veritas ([www.dnv.com](http://www.dnv.com)). En 2002, la fondation norvégienne indépendante a entrepris une deuxième évaluation du respect de ces normes par chaque site de production des sociétés membres de l'ECVM.

des évaluations des risques dans l'UE et à garantir que les plastifiants sont utilisés sans risque pour la santé humaine ou pour l'environnement.

Parmi les projets importants menés au cours de 2002, on peut noter une étude visant à déterminer la concentration de vapeur de phtalate de dibutyle (*Dibutyl phthalate* - DBP) qui pourrait avoir des effets nocifs pour certaines espèces de plantes.

Une étude visant à déterminer s'il existe un rapport entre phtalates et asthme a également été entamée. Elle est menée en coopération avec les autorités danoises.

Pour la deuxième année consécutive, l'ECPI a financé une étude très importante et concluante au Japon qui a encore confirmé la sûreté d'utilisation du plastifiant phtalate de di(2-éthylhexyle) (*Di(2-ethylhexyl) phthalate* - DEHP). L'étude a démontré que les effets sur la reproduction constatés chez les rongeurs ne sont pas transposables à l'espèce humaine.

Elle suit étroitement une étude sur la toxicité du DEHP sur la reproduction sur deux générations qui avait également démontré que la probabilité d'effets néfastes pour la santé était largement moindre que ce qui avait été antérieurement estimé. Ces deux découvertes sont considérées comme cruciales pour la finalisation de l'évaluation des risques liés au DEHP dans l'UE.

### **Evaluations des risques**

Les évaluations des risques dans l'UE sont bientôt terminées quant à cinq plastifiants phtaliques : phtalate de dibutyle (*Dibutyl phthalate* - DBP), phtalate de di(2-éthylhexyle) (*Di(2-ethylhexyl) phthalate* - DEHP), phtalate de diisononyl (*Diisononyl phthalate* - DINP), phtalate de diisodécyle (*Diisodecyl phthalate* - DIDP) et le phtalate de butyl benzyle (*Butyl benzyl phthalate* - BBP). Les évaluations des risques liés aux DINP, DIDP et DBP ont toutes été achevées mais doivent encore passer par le processus d'approbation finale de la Commission Européenne et du Parlement Européen avant d'être finalement publiées dans le Journal Officiel de l'UE. En ce qui concerne les DINP et DIDP, aucune mesure de réduction des risques n'est nécessaire au-delà de celles qui sont déjà en place. Pour ce qui est du DBP, certaines mesures peuvent devoir être prises pour réduire les niveaux d'exposition des travailleurs et de l'environnement. La publication finale de l'évaluation des risques du DEHP est prévue pour fin 2003- début 2004. Des discussions sont toujours en cours suite à la présentation de nouvelles données importantes provenant d'études conduites en Allemagne et aux Etats-Unis. Dans le même temps, l'évaluation des risques du BBP se poursuit et devrait être terminée d'ici à la fin de l'année 2003.

### **Analyse de cycle de vie**

Un éco-profil d'esters à forte teneur en phatalate est à la disposition des utilisateurs et a été activement promu sur le site web de l'ECPI ([www.ecpi.org](http://www.ecpi.org)). Les calculs permettent aux utilisateurs de réaliser des évaluations de cycle de vie des produits en PVC souple.

## **7.3.3 Production de stabilisants**

### **Engagements généraux**

Les sociétés membres de l'ESPA se sont engagées à :

- Cesser de vendre des stabilisants au cadmium dans l'UE ;
- Effectuer des évaluations des risques liés aux stabilisants à base de plomb d'ici à 2004 ;
- Continuer à rechercher et à développer d'autres types de stabilisants en remplacement des systèmes à base de plomb ;
- Produire des statistiques annuelles sur la consommation de stabilisants par les transformateurs et leurs domaines d'application.

### Données sur la production européenne

Tonnes de systèmes stabilisants	2000	2001	2002	Notes:
Stabilisants formulés au plomb <sup>1</sup>	120 421	113 378	113 256	<p>« Formulés » signifie que ces systèmes sont des ensembles stabilisants/lubrifiants complets et peuvent également comprendre des pigments ou des charges à titre de service au client.</p> <p>1 Utilisés dans les conduites/profilés de construction et câbles électriques.</p> <p>2 Utilisés uniquement en profilés de construction.</p> <p>3 Comprend des applications alimentaires et médicales, plus tous les systèmes de remplacement du plomb.</p> <p>4 Utilisés essentiellement dans des applications rigides, notamment alimentaires.</p> <p>5 Utilisés dans une large gamme d'applications de PVC souple, feuilles, câbles, revêtements de sol, etc.</p> <p>6 Ont été utilisés dans des applications rigides et souples, il s'agit du système stabilisant principal des applications souples.</p> <p>Les tonnages représentent les ventes aux pays de l'UE plus la Norvège et la Suisse. Les chiffres des systèmes métalliques mixtes et au plomb comprennent cependant la Turquie. En 2002, le nombre de membres de l'ESPA a augmenté, ce qui rend les chiffres relatifs au plomb utilisés en Europe plus précis.</p>
Stabilisants solides contenant du Cd <sup>2</sup>	242	6	0	
– teneur en Cd	24	0,6		
Stabilisants formulés solides métalliques mixtes, systèmes Ca/Zn <sup>3</sup>	17 579	17 988	23 946	
Stabilisants à l'étain <sup>4</sup>	14 666	15 614	14 756	
Stabilisants liquides – Ba/Zn ou Ca/Zn <sup>5</sup>	16 709	13 351	13 975	
Stabilisants liquides contenant du Cd <sup>6</sup>	146	0	0	
– teneur en Cd	9			

Tableau 7-1 Production européenne de stabilisants [49]

### Engagement sur le Cadmium

En 2002, la vente et l'utilisation dans l'ensemble de l'UE de tout stabilisant au cadmium ont cessé. Le secteur collabore avec la Commission Européenne et les Etats membres de l'UE pour étendre les restrictions actuelles sur les stabilisants au cadmium énoncées dans la Directive sur la commercialisation et l'utilisation à une interdiction légale formelle de l'utilisation de tous nouveaux stabilisants au cadmium.

La Commission et les Etats membres collaborent quant à eux avec Vinyl 2010 et d'autres parties concernées pour garantir que le recyclage de déchets de PVC contenant du cadmium reste autorisé.

### Engagement sur le plomb

Les membres de l'ESPA ont collaboré avec le reste des acteurs de l'industrie du plomb et des consultants indépendants désignés avec l'approbation des autorités néerlandaises pour rassembler les données nécessaires à une évaluation intégrale des risques dans l'UE. Ce rapport devrait être disponible en 2004 ; le travail est suivi pas à pas par les autorités néerlandaises. Les membres de l'ESPA continuent de travailler avec leurs clients dans le cadre de l'EuPC pour développer des systèmes de substitution au plomb. La quantité de plomb utilisée a baissé de 6 % entre le 1er janvier 2000 et fin 2002.

### **7.3.4 Traitement des déchets : projets sectoriels de l'EuPC et ses membres**

L'engagement des entreprises du PVC est de recycler 50 % des déchets de PVC récupérables et disponibles provenant de profilés de fenêtres, tubes, raccords et membranes de couverture en 2005, et 50 % des revêtements de sol en 2008.

### Profilés de fenêtres (période 2000-2005)

En dépit d'un sévère ralentissement dans le secteur de la construction – et par conséquent dans la consommation de châssis de fenêtres – l'année 2002 a vu une augmentation de plus de 19 % dans la collecte et le recyclage des déchets de consommation de profilés de fenêtres et autres profilés.

Dans le même temps, des systèmes de collecte et des initiatives de collecte pilotes ont été lancés dans les pays suivants :

**GB:** réalisation de collectes pilotes à l'occasion de rénovations et propositions d'études sur le contrôle et le traitement des déchets ; contacts établis avec les entreprises de démolition, les collectivités locales, les établissements de recherche et les recycleurs spécialisés.

**France:** La phase pilote d'un programme conjoint de tubes et profilés en PVC a été lancée avec des centres privés et publics de collecte et de tri de déchets de construction ainsi que des sociétés de traitement des déchets.

Plus de 10 points de collecte ont été établis en 2002.

**Allemagne:** Réorganisation du système de collecte actuel fondé sur le marché, établissement du centre d'échange d'informations REWINDO.

**Scandinavie:** Augmentation des volumes collectés et recyclés via WUPPI. Le système pourrait être étendu à l'ensemble de la Scandinavie.

**Pays-Bas et Autriche:** les volumes recyclés ont été maintenus en dépit d'un marché défavorable.

En 2002, l'EPPA a étendu ses activités aux pays suivants :

La **Belgique** a vu ses efforts intégrés dans l'initiative PLAREMEC, une plate-forme pour tous les partenaires de la chaîne de recyclage, y compris les instances représentatives.

**Espagne:** un test de collecte pilote en Catalogne a été effectué en coopération avec l'Association of Cities and Regions for Recycling (ACRR).

**Italie:** premier projet de plan d'activité présenté.

#### **Tubes et raccords (période 2000-2005)**

Les membres de la TEPPFA (Association sectorielle de l'EuPC pour les tubes et raccords) mettent activement en œuvre l'Engagement Volontaire sur le PVC, aussi bien en matière de collecte que de recyclage. Les volumes de collecte et de recyclage des tubes en 2002 ont été plus élevés que l'année précédente en dépit d'un ralentissement général du secteur de la construction, qui s'est traduit par des volumes de construction et de démolition plus faibles. En Allemagne, cependant, la croissance du recyclage a été moins forte que ce qui était prévu car les autorités réglementaires ont indiqué que le système de collecte et de recyclage intensifié n'était pas acceptable au regard du droit de la concurrence. La demande de PVC recyclé rigide dans le secteur des tubes continue néanmoins d'être supérieure à l'offre. Pour développer des synergies, Vinyl 2010 et ses partenaires ont décidé de coopérer avec l'EPPA et avec le consortium Recovinyll SA en matière de systèmes de collecte et de recyclage dans tous les cas où cela est possible. En 2003, la poursuite de l'avancement de projets communs en Allemagne, en Scandinavie et en GB a été assurée. Les projets de coopération actuels au Danemark et en France démontrent qu'il est possible de réduire les coûts et donc d'augmenter les possibilités de collecte et de recyclage.

#### **Membranes d'étanchéité : projet "Edelweiss" (période 2000-2005)**

L'ESWA (association sectorielle de l'EuPC pour les membranes d'étanchéité) a démarré une étude en 2002 sur la collecte et le recyclage de membranes d'étanchéité en PVC en fin de vie. Intitulée « Projet Edelweiss », l'étude s'est intéressée à la prévision théorique des flux de déchets jusqu'en 2015. Cela a permis d'évaluer les conditions de développement supplémentaire des opérations de recyclage dans les locaux de l'AfDR au cours des années de transition 2003 et 2004. (AfDR, ou Arbeitsgemeinschaft für PVC-Dachbahnen-Recycling, est une unité de recyclage cryogénique mécanique en Allemagne. Elle est la propriété des membres de l'ESWA qui l'exploitent depuis 1994). A ce jour, la collecte est organisée par l'AfDR et les membres de l'ESWA. Après une sélection initiale, des contacts ont été établis avec les entreprises de traitement de déchets et des offres de projets tests en 2003 ont été

reçues. La capacité de recyclage actuelle ne sera pas suffisante pour mettre en œuvre l'Engagement Volontaire après 2005. L'ESWA examine actuellement trois voies possibles pour augmenter cette capacité : un investissement dans une capacité additionnelle de l'AfDR ou un accord avec des partenaires concernant deux unités différentes de recyclage à base de solvant d'ici à 2005. Un choix final est prévu en 2003.

#### **Revêtements de sol (période 2000-2008)**

Les producteurs européens de revêtements de sol en PVC représentés au sein de EPFLOOR4 (association sectorielle de l'EuPC pour les revêtements de sol en vinyle) développent des applications pour les matériaux recyclés et des projets de coopération pour la collecte et le traitement futur de déchets de consommation. EPFLOOR développe actuellement, avec l'unité allemande de recyclage de revêtements de sol AgPR et le service R&D de sociétés membres, une matière recyclée exploitable appelée Recinyl©. La matière recyclée est obtenue en utilisant la technologie à base de solvant Vinyloop®. Recinyl© peut être utilisée pour le calandrage et les revêtements. La possibilité d'une utilisation en moussage est à l'étude. L'AgPR fournit des déchets à l'unité de recyclage matières premières de Dow/BSL. EPFLOOR développe également un partenariat en vue d'utiliser Vinyloop® pour recycler les revêtements de sol de consommation dans une usine qui doit être construite en Allemagne.

#### **Tissus enduits (période 2002-2010)**

Le projet EPCOAT (syndicat sectoriel de l'EuPC pour les tissus enduits) a démarré en 2002 avec une étude visant à contribuer à la réalisation des objectifs de recyclage de Vinyl 2010. L'attitude des transformateurs vis à vis de la collecte et du recyclage a été étudiée dans plusieurs pays européens. Les chiffres recueillis en Allemagne et les estimations européennes initiales indiquent que la publicité sur les bâches des camions et des affichages publicitaires pourraient être les plus grands participants à la progression de la collecte des déchets. Des projets de collecte tests commenceront en 2003 en Allemagne et en France. Dans le test allemand, les déchets de consommation seront collectés et transportés par une société partenaire de traitement des déchets. En France, les déchets seront expédiés dans des « grands sacs » personnalisés en provenance de toute l'Europe. Une étude séparée a été lancée entre temps sur le cuir artificiel. A partir d'une évaluation en 2002 des technologies disponibles, il apparaît que le recyclage matières premières ainsi que le recyclage mécanique à base de solvant offrent les solutions les plus prometteuses pour ce qui concerne le traitement des déchets de tissus enduits.

### **7.3.5 Traitement des déchets:Projets pilotes et R&D**

Il existe plusieurs projets et développements technologiques de recyclage différents visant à développer un traitement en fin de vie de chaque type de déchets.

#### **Coopération avec l'ACRR (période 2001 et au-delà)**

Les associations représentées par Vinyl 2010, les producteurs de résine plastique (APME) et les recycleurs (EuPR) ont signé en septembre 2001 un Accord de Partenariat avec l'Association des villes et régions pour le recyclage (ACRR). L'objectif est l'amélioration du recyclage des déchets plastiques collectés par les collectivités locales.

Trois activités ont été planifiées :

- Définir une stratégie de communication pour améliorer la collecte de types sélectionnés de déchets plastiques. La phase initiale comprend la collecte de données sur des stratégies de communication publiques/privées et les bonnes pratiques de collecte et de tri des matières plastiques, en partenariat avec les recycleurs de plastique.
- Etablir des campagnes de communication pilotes dans deux villes, évaluer les résultats et rédiger des directives pour des actions futures.

- Assurer le suivi des projets pilotes dans ces villes pour augmenter le recyclage des déchets sélectionnés en se fondant sur les meilleures pratiques actuelles.

Le développement d'une stratégie de communication comprend la détermination des meilleures pratiques et l'analyse des campagnes de communication publiques et privées. Le travail a commencé en 2002 avec la rédaction du guide des Meilleures Pratiques à l'usage des collectivités locales.

Il existe quatre secteurs principaux de production de déchets plastiques qui peuvent être gérés par les collectivités locales : les ménages, le secteur agricole, le commerce et les petites et moyennes entreprises (PME) et le secteur de la construction et de la démolition (C&D). Pour ces secteurs, le projet a mis en lumière des exemples de systèmes de collecte privés et publics. Des projets pilotes sont en cours en Catalogne et dans la région de Porto, les premiers résultats étant attendus respectivement en 2003 et 2004. Dans le même temps, les membres de l'ACRR en Italie, en Espagne, au Portugal et en Belgique ont l'intention de lancer un projet de suivi avec les secteurs du plastique, de la construction et de la démolition en vue de rechercher et de promouvoir la collecte et le recyclage de déchets plastiques provenant de bâtiments. Les partenaires participant à ce nouveau projet ont demandé un financement dans le cadre du programme LIFE de l'UE.

### **Développement de projets de recyclage mécanique**

#### ➤ **Etude de recyclage de l'EuPR et initiative Recovinyl**

En 2002, l'EuPR a mené une étude sur les recycleurs mécaniques de PVC dans l'UE. L'objet de cette étude était de mieux comprendre qui étaient ces recycleurs indépendants tiers, ce qu'était leur activité, la manière dont ils recyclaient des déchets de consommation en PVC et s'ils étaient prêts à investir dans des capacités supplémentaires.

De nombreux recycleurs de plastique européens – près de 500 – ont affirmé recycler du PVC. L'étude a cependant montré que cela ne représentait une activité principale que pour 30 sociétés seulement qui ont les compétences et la volonté requises pour traiter les déchets de consommation en PVC (lavage, broyage et atomisation). La principale difficulté avec les déchets de consommation est de garantir un approvisionnement constant de ces recycleurs en matières premières secondaires, afin de justifier leurs investissements. Dans le cadre de cet effort visant à assurer un approvisionnement constant, les recycleurs et les autres parties prenantes ont convenu d'établir un consortium appelé Recovinyl SA qui facilitera la collecte, l'expédition et le recyclage des déchets de PVC de consommation dans toute l'Europe. La préparation de Business Plan d'activité de Recovinyl, le recrutement des actionnaires et le développement d'outils tels qu'une plate-forme commerciale sur Internet ont pris la majeure partie du deuxième semestre de 2002. L'établissement de la société est prévu mi-2003.

La plate-forme de commerce électronique de Recovinyl ([www.recovinyl.org](http://www.recovinyl.org)) sera à la disposition à titre gracieux des villes et régions d'Europe, leur permettant de proposer leurs déchets en PVC au recyclage. Le lancement du site web, qui sera accessible en anglais, français, italien, allemand, espagnol et néerlandais, est prévu pour l'été 2003.

#### ➤ **Vinyloop Ferrara (période 2001 et au-delà)**

L'usine Vinyloop® de Ferrara, en Italie, est entrée en production en février 2002. L'installation d'un nouveau bas de filtre en juillet et de nouvelles procédures de filtrage ainsi que d'autres améliorations technologiques permettent à l'unité d'atteindre progressivement une capacité de recyclage mensuelle de près de 250 tonnes. Tous les efforts – y compris l'installation d'un nouvel équipement spécialement conçu et l'optimisation des procédures de production – sont

actuellement mis en œuvre pour atteindre une capacité de 750 tonnes par mois d'ici au deuxième semestre de 2003.

➤ **Projet Taxyloop (période 2001 et au-delà)**

Le projet proposé par la société française Ferrari pour le recyclage de tissus enduits de PVC a démarré en 2001. Actuellement dans une phase de développement pilote, ce projet concerne un traitement spécifique pour le recyclage de fibres et de compounds PVC. Connu sous le nom de Taxyloop®, il est fondé sur la technologie Vinyloop®. En février 2003, Vinyl 2010 a approuvé un plan en deux phases. Cela implique de commencer à construire une unité pilote d'une capacité annuelle de 1000 tonnes en 2003 pour développer le marché, qui sera suivi par une usine commerciale d'une capacité de 10 000 tonnes par an en 2006.

**Développement des projets de recyclage matières premières**

➤ **Usine pilote de Tavaux (période 1999-2002)**

Un partenariat industriel sous la direction de l'ECVM a construit une usine pilote à Tavaux, en France, fondée sur la technologie de gazéification par bain de laitier développée par Linde en Allemagne. Le pilotage, qui a été lancé en 2001, a continué en 2002. Un point critique a été atteint à l'automne ; L'équipe du projet devait décider s'il s'agissait de continuer d'exécuter le projet Tavaux tel qu'il avait été initialement prévu ou le réorienter vers d'autres technologies de gazéification plus prometteuses qui avaient progressé entre temps. L'usine pilote de Tavaux a produit quelques résultats positifs : le principe de gazéification de déchets contaminés riches en PVC avec de forts taux de production de HCl et de gaz de synthèse a été démontré. De plus, le laitier ne contient aucune matière organique et est exempt de produit de lixiviation. Cependant, même avec des modifications importantes de la conception du réacteur et des systèmes d'alimentation et de contrôle, la technologie n'a pas été jugée suffisamment fiable pour une exploitation constante dans des conditions industrielles. L'équipe du projet a donc décidé d'interrompre le projet. Un procédé de gazéification fiable et de faible coût capable de traiter des déchets riches en PVC contaminés et mixtes reste cependant nécessaire.

➤ **Projet DOW/BSL (période 2001 et au-delà)**

Dow exploite une usine commerciale de recyclage matières premières à Schkopau, près de Leipzig, en Allemagne, depuis 1999. L'unité est capable de traiter des déchets à forte teneur en chlore. Les premiers essais ont montré que la technologie est fiable et adaptée à de grandes quantités de la plupart des déchets de PVC, y compris des câbles, des revêtements de sol, des membranes d'étanchéité, des tissus enduits et d'autres produits. Un essai pratique de 1 000 tonnes avait été prévu en 2001 mais n'a pas pu être effectué, principalement pour des raisons de logistique. L'essai a été planifié à nouveau en 2002 avec la société allemande de traitement des déchets Ascon en tant que coordonnateur entre les fournisseurs de déchets, Dow en tant qu'exploitant de l'usine et Vinyl 2010 en tant qu'initiateur et principale source de financement. Les 1020 tonnes de déchets de PVC mixtes reçus avant fin mars 2003 ont été traités avec succès, le chlore récupéré ayant été utilisé sur le site dans une nouvelle production de PVC.

➤ **Projet Stigsnaes (période 2001 et au-delà)**

Stigsnaes Industrimiljo AS au Danemark est le propriétaire d'une usine commerciale d'hydrolyse de 50 000 tonnes. Son potentiel de transformation dans le cadre d'un procédé en deux étapes de recyclage de déchets de PVC a été l'objectif d'un programme d'essai lancé en 2001 et financé par l'Agence danoise de protection de l'environnement, l'industrie danoise des plastiques et Vinyl 2010.

La Phase 1 du programme d'essai, consistant à déterminer les modifications nécessaires à l'unité d'hydrolyse, a été achevée avec succès en 2001, démontrant que la déchloration jusqu'à un niveau inférieur à 0,1 % de chlore était possible. La Phase 2 du programme d'essai en 2002, l'exploitation d'une unité de pyrolyse nouvellement installée pour post-chauffer et séparer la part solide déchlorée produite par l'usine d'hydrolyse, a été testée, encore une fois avec des résultats positifs. La recherche a amené Stigsnaes et sa société mère RGS90 à faire passer l'usine à une dimension commerciale avec une capacité de 40 000 tonnes de déchets de PVC par an. L'investissement est entre autre financé par l'UE dans le cadre de son programme LIFE.

➤ **Procédé Redop (période 2001 et au-delà)**

Le procédé Redop ne vise que le segment des plastiques mixtes des déchets solides provenant de collectivités. Les déchets de plastique mixtes contiennent 0,5 % à 5 % de chlore en poids, ce qui est inférieur à la teneur normale des déchets "riches en PVC" utilisés par les procédés de recyclage matières premières décrits précédemment. Le recyclage mécanique de ce type de déchets mixtes ne produirait que des produits de faible valeur. L'objectif de la technologie Redop est d'obtenir un produit commercialement viable capable de remplacer le charbon pulvérisé dans la production sidérurgique. Les déchets sont introduits avec le charbon dans les hauts fourneaux. Les déchets doivent cependant être déchlorés. Le projet est dirigé aux Pays-Bas par DSM Research avec la participation de sociétés de traitement de déchets, de l'Industrie des Plastiques et d'un sidérurgiste. Des essais ont été menés en 2001, ils se sont avérés prometteurs : la très faible teneur en chlore, zinc et plomb, la dimension des granules et les fortes valeurs calorifiques du produit Redop répondaient aux cahiers des charges des sidérurgistes. Début 2002, les partenaires participant au projet Redop ont décidé de se lancer dans la production de plus grandes quantités afin de mener des essais dans un haut fourneau à une échelle commerciale. Redop prévoit d'achever ces étapes au cours du deuxième trimestre 2003 ; elles seront suivies par des essais d'injection sur un site de production d'équipement commercial et par des essais à une échelle industrielle dans une usine sidérurgique.

### **Développement de projets de valorisation énergétique**

➤ **Projets d'incinération**

Une étude est en cours concernant la réduction et/ou la détoxification de sels de neutralisation provenant de l'incinération de déchets solides provenant de collectivités locales. L'étude couvre des procédés développés par Solvay ("Neutrec" et "Resolest"), qui sont appliqués à une échelle commerciale en Italie et en France, ainsi que des technologies concurrentes telles que 'Halosep' développée par Watech au Danemark.

### **Autres projets**

➤ **Etude britannique sur les déchets de PVC mixtes**

En raison de sa situation géographique, la GB doit trouver des solutions nationales adaptées pour traiter ses déchets. Les fabricants de PVC de tous les secteurs en GB coordonnent leurs efforts pour développer ces solutions. Avec l'aide du plan WRAP subventionné par le gouvernement, l'industrie a financé un projet d'étude de la disponibilité des déchets de PVC de consommation et des technologies disponibles pour les traiter.

L'étude est poursuivie jusque fin 2003 avec des tests de collecte pilotes.

## 7.4 L'éco-efficacité des options de récupération [45]

Toutes les options de traitement possibles doivent faire l'objet d'une analyse approfondie pour garantir qu'elles répondent aux critères du développement durable. Les études dites d'éco-efficacité s'intéressent à tous les aspects environnementaux et économiques de manière systématique en appliquant des méthodes normalisées. PE Europe GmbH, fruit de l'Institut pour les essais et la science des polymères (IKP) de l'université de Stuttgart mène une étude de l'éco-efficacité des modes de récupération. Intitulée « Options de valorisation du PVC : analyse des systèmes écologiques et économiques », l'étude s'est penchée sur diverses options de traitement des déchets de câbles mixtes. Une décharge a été utilisée comme cas d'étude à comparer aux technologies de récupération suivantes :

- Vinyloop : recyclage mécanique utilisant des solvants
- Stigsnaes : recyclage matières premières
- Watech : recyclage matières premières
- MVR Hamburg : incinération moderne de déchets solides provenant de collectivités locales avec récupération d'énergie et de HCL.

L'étude a conclu que les quatre options de valorisation étaient préférables à la décharge du point de vue de l'éco-efficacité. En ce qui concerne le recyclage mécanique et la valorisation énergétique, l'étude a indiqué que le procédé Vinyloop® permettait d'obtenir les meilleurs résultats, suivi par les deux procédés de recyclage matières premières, MVR occupant la troisième position. L'étude a cependant montré que la sélection d'une technologie de valorisation doit tenir compte des conditions nationales ou même locales spécifiques en raison des différences des politiques environnementales appliquées. L'examen préalable et la publication des conclusions sont prévus en 2003.

## 7.5 Budgets octroyés

Le total des dépenses, en projets de traitement des déchets, engagées par l'industrie du PVC a atteint 16,5 millions d'euros en 2002, soit une hausse de 74% par rapport à 2001.

Cette hausse est liée au financement de nouveaux projets, venant s'ajouter aux projets en cours.

## 7.6 Conclusions du chapitre

Le taux de recyclage du PVC est en passe de croître de manière univoque. Les raisons en sont multiples:

Il faut tout d'abord rappeler que l'industrie du PVC organise elle-même le recyclage et collabore à des programmes de collecte, nettoyage, triage et recyclage de flux de déchets de PVC, tant industriel que ménagers. Elle construit des installations de traitement et encourage le développement de nouvelles techniques de recyclage, tant mécaniques et chimiques que de valorisations énergétiques. Par ailleurs, l'industrie n'hésite pas à financer de nombreux projets pilotes ou de recherche afin de trouver une solution aux problèmes environnementaux des produits en fin de vie.

Le moteur de cette tendance est le développement d'une plateforme impliquant tous les acteurs de la chaîne de production du PVC, fixant des objectifs à respecter à moyen et long terme. Cette solidarité du secteur est sans doute survenue en réaction au désintérêt des consommateurs subissant la pression de groupes environnementalistes pour des raisons parfois non fondée.

Il faut également souligner que le recyclage et la collecte de déchets sont indissociables. Cette vérité est mise en exergue dans l'industrie du PVC et se confirme à travers les

recherches effectuées pour trouver la collecte la plus appropriée pour chaque produit en PVC :

- Chaque technique de recyclage a une « affinité » particulière pour un, voire plusieurs produits en fin de vie. La collecte étant le point faible de la boucle du recyclage du plastique, chaque projet décrit dans ce chapitre consacre autant d'importance à l'organisation stratégique de la collecte du produit désiré qu'à la technique de recyclage proprement dite. Deux aspects sont constamment visés : la continuité et l'abondance du flux et le faible coût de la collecte.
- Les techniques de collectes font également l'objet d'évaluation de performance. Reprenons à ce sujet, l'exemple du recyclage des tissus enduits : différentes méthodes de collectes sont évaluées afin de déterminer l'efficacité de chacune d'entre elles.

L'industrie du PVC est particulière dans le sens où elle cherche à récupérer ses déchets à travers tous les secteurs d'application, à l'inverse des autres matières plastiques.

Il est encore trop tôt pour déterminer le succès des différentes démarches entreprises. Cependant, au vu du faible taux de recyclage de la fin des années 90 on ne peut que croire à une évolution positive.

## 8 L'élargissement du gisement récupérable

Les capacités de traitement existent. Les nouvelles technologies se développent, mais les industriels ont tous la même demande: "*Donnez-nous du plastique!*". Or, à l'exception des chutes et d'une partie des emballages industriels, seule une fraction des emballages ménagers est collectée et utilisée. Il ne s'agit que d'une fraction minoritaire des utilisations des plastiques. Beaucoup de gisements restent à explorer. Certains resteront difficilement accessibles, mais d'autres sont ouverts.

Ce premier gisement traditionnel peut être accompagné par de nouvelles méthodes de tri. Aujourd'hui, la plupart des tris sont effectués de façon manuelle. Des tris automatiques, en amont, permettraient d'améliorer les performances et de diminuer les taux de refus.

Les tris infrarouges qui permettent de trier, à grande vitesse, des plastiques par couleur (72.000 bouteilles/heure, avec un taux d'erreur inférieur à 1%). Le procédé par spectrométrie effectue une centaine de mesures par bouteille pour déterminer le composant majoritaire.

Les coûts sont encore élevés, mais le marché évolue. Selon l'expression du président de Sorepla qui procède au tri et à la régénération des matériaux plastiques, "quand on décide de mettre la technique au service d'un nouveau métier, après cela va très vite"<sup>36</sup>.

### 8.1 Une collecte à structurer: les plastiques ménagers

Comme on l'a vu sur le tonnage des déchets d'emballages ménagers plastiques dont la collectivité locale a la charge, de nombreuses restrictions ont été faites sur la nature des plastiques à collecter et à trier en vue de leur recyclage. Ne sont concernés par leur éventuelle valorisation matière que les seuls plastiques type corps creux (bouteilles, flacons, bidons ménagers). Sur les 13 Mt d'emballages ménagers plastiques consommées, le gisement potentiellement concerné par l'ensemble de ces dispositions correspond approximativement à un quart ou un tiers de ce tonnage. Ce cahier des charges n'est donc pas applicable aux autres matériaux (PP, PS...), aux autres déchets d'emballages ménagers plastiques, ni aux films de suremballages, sacs et sachets, même s'ils sont en PE.

Or, non seulement ces déchets représentent des gisements importants (les sacs, par exemple, représentent à eux seuls 38% du marché des emballages plastiques<sup>37</sup>), mais ils sont parfois mis spontanément dans les poubelles de collecte sélective des corps creux. Il n'est pas toujours facile d'expliquer pourquoi une bouteille en PET est recyclable, alors qu'un sac dans la même matière ne l'est pas.

On constate que, spontanément, la collecte des plastiques non recyclables est de 1kg par habitant.

Ce gisement est totalement inexploité. Pour chaque type de polymère, les balles de plastiques doivent respecter quatorze critères simultanément pour pouvoir être récupérés par la filière. Comme le note le Centre national du recyclage<sup>38</sup>, « *beaucoup de collectivités locales n'hésitent pas à écarter tout déchet d'emballage plastique pour lequel un doute apparaît quant à sa valorisation, détournant ainsi un tonnage considérable de déchets d'emballages ménagers effectivement recyclables vers les refus de tri* » (et par conséquent vers l'incinération).

---

<sup>36</sup> Ce tri infrarouge, par exemple, est directement inspiré du tri appliqué au grain de riz (pour éliminer les grains noirs).

<sup>37</sup> Selon une étude de Plasteuro Film, la France serait le deuxième marché européen de sacs de caisse et films de protection, derrière l'Italie, soit 139 milliers de tonnes.

<sup>38</sup> Centre national du recyclage, *Les emballages plastiques de la fabrication à la valorisation*, avril 1999.

## 8.2 Une filière à mettre en place: les plastiques agricoles

Le plastique a aussi investi l'agriculture. L'industrie du plastique propose aux agriculteurs une large panoplie de matières et de films répondant à leurs besoins. Chaque année, en Europe de l'Ouest, 946.000 tonnes de plastique sont utilisées en agriculture. La matière a même fait naître un nouveau secteur: la "plasticulture". C'est à dire la culture mise en place sous ou sur un film plastique. Les films agricoles représentent un gisement important relativement facile à récupérer auprès d'une profession organisée (coopératives...). Même souillés (terre, végétaux...), ils peuvent être transportés après un minimum de traitement (séchage, mise en balle) et être utilisés dans les filières encore en gestation des plastiques mélangés.

Mais c'est la filière de récupération qui fait encore défaut.

Les différents plastiques utilisés en agriculture se représentent comme suit:

<b>Les différents plastiques agricoles</b>			
<b>Films</b>	<b>Matière</b>	<b>Utilisation</b>	<b>Caractéristiques</b>
<b>Films de paillage</b>	PE	Cultures maraîchères (film noir au pied des plantes)	Il limite l'évaporation, le tassement ou le ravinement des sols (bords d'autoroutes). Il agit comme un véritable accélérateur de croissance. Il délivre une récolte propre en évitant le contact des fruits et des légumes avec la terre.
<b>Films de serre et tunnels</b>	PE	Cultures maraîchères, fleurs (films transparents)	Il permet d'obtenir un "microclimat" (réglage température, humidité,...). Il favorise la production et permet de modifier le calendrier de production (dates des semis, des récoltes).
<b>Films d'ensilage</b>	PE	Silos de protection, fourrage, betteraves (film épais)	Protection étanche en silos.
<b>Autres</b>	PP/PVC	Divers	Liens: (PP) Sacs: (PP) Tuyaux: (PVC) Divers

Tableau 8-1 variétés de plastiques agricoles - *Source*: Comité des plastiques en agriculture - France

Les plastiques agricoles usagés posent cependant plusieurs problèmes spécifiques: la dispersion géographique, la saisonnalité (bâches et films sont enlevés quasiment au même moment à la fin du printemps ou de l'automne), et surtout, la salissure. Les films sont chargés de terre et de débris végétaux.

Toute valorisation éventuelle doit donc comporter plusieurs opérations préalables: une pré-collecte, une mise en balles et le transport.

## 8.3 Le secteur de l'automobile

Le poids du plastique dans une automobile n'a cessé de croître. Le succès commercial de la Smart rappelle les performances techniques puisqu'il s'agit du premier véhicule réalisé essentiellement en plastique sur une armature métallique. (C'est ce qui explique les deux couleurs de la voiture. L'armature en métal et les autres pièces en plastiques sont d'une

couleur distincte, y compris le capot qui posait encore jusqu'à présent quelques difficultés (chauffage..).

Cette substitution acier/plastique ne s'est pas traduite par un allégement du poids total, car en même temps, les fonctions se sont multipliées (poids croissant de l'électronique...). En dépit de cette augmentation en volume, les matières plastiques représentent seulement 10% du poids total d'une voiture. Mais on estime que 100 kg de plastiques remplacent en moyenne 200 à 300 kg de matériaux traditionnels, ce qui permet d'économiser 750 litres de carburant sur la durée de vie d'une automobile.

Plastic Omnium est l'une des sociétés françaises qui a investi sur ce créneau. La société travaille désormais en partenariat étroit avec les constructeurs, dès la conception de la voiture. Elle réalise des pièces entières, et la valeur ajoutée s'est considérablement accrue. Ainsi, la société ne fabrique plus de "pare-chocs" mais un "*module avant*" avec réflecteurs, projecteurs intégrés..., ni de "tableau de bord", mais des "*modules cockpit*", ni de "réservoirs", mais des "*systèmes à carburant*" incorporant des fonctions complètes (jauge, électronique...). La valeur ajoutée a été multipliée par dix.

<b>Plastics used in a typical car</b>		
<b>Component</b>	<b>Main types of plastics</b>	<b>Weight in av. car (kg)</b>
Bumpers	PP, ABS, PC/PBT	10.0
Seating	PUR, PP, PVC, ABS, PA	13.0
Dashboard	PP, ABS, SMA, PPE, PC	7.0
Fuel systems	HDPE, POM, PA, PP, PBT	6.0
Body (incl. panels)	PP, PPE, UP	6.0
Under-bonnet components	PA, PP, PBT	9.0
Interior trim	PP, ABS, PET, POM, PVC	20.0
Electrical components	PP, PE, PBT, PA, PVC	7.0
Exterior trim	ABS, PA, PBT, POM, ASA, PP	4.0
Lighting	PC, PBT, ABS, PMMA, UP	5.0
Upholstery	PVC, PUR, PP, PE	8.0
Liquid reservoirs	PP, PE, PA	1.0
<b>Total</b>		<b>105.0</b>

Tableau 8-2 Variétés de plastiques utilisés dans le secteur automobile – Source : EUPC

De nombreux polymères (jusqu'à 13) sont utilisés dans différentes parties d'une seule voiture. Trois de ces polymères confèrent cependant 66% du plastique utilisé : le PP (32%), le PE (17%) et le PVC (16%).

Le plastique recyclé est encore très peu utilisé. L'esthétique est très importante dans une voiture, et les ingénieurs ne veulent prendre aucun risque. Le risque toléré sur les pare-chocs est de 1 défaut sur 50.000 pièces. D'une façon générale, quand il y a des plastiques recyclés, il n'y a pas de communication spéciale sur le sujet. On évite plutôt d'en parler.

Le recyclage du plastique utilisé dans les automobiles n'est pas encore au point. C'est un gros problème. Les voitures avec matériaux en plastique ne sont pas encore arrivées en fin de vie, et le problème ne s'est pas encore posé, mais il se posera. La peinture sur les plastiques et la composition même des plastiques sont des obstacles au recyclage.

Pour le secteur automobile, le dossier du recyclage prend de plus en plus d'importance. Le secteur recherche en permanence la méthode la plus efficace pour traiter et recycler les véhicules hors d'usage dans le respect de l'environnement. Dans cette optique, PWC

Consulting a réalisé, à la demande de FEBIAC, une analyse économique de l'application de la 'Directive relative aux véhicules hors d'usage' en Belgique, et sur ses implications financières pour le secteur automobile. Le principal objectif de cette étude consistait à réaliser une analyse économique détaillée du traitement des véhicules hors d'usage en Belgique. PWC Consulting a dressé le bilan de tous les coûts et revenus, compte tenu de toutes les dispositions légales en la matière. En ce qui concerne les matières plastiques, l'étude démontre que le démontage manuel de grandes pièces en plastique (pare-chocs, tableaux de bord et réservoirs de carburant) provoque un surcoût d'environ 10€. Il existe toutefois des développements prometteurs dans les techniques de traitement et de séparation des différentes fractions du broyage. Selon FEDELAUTO, le secteur n'est, par conséquent, pas partisan pour le moment au démontage manuel en vue du recyclage des matériaux.

### **8.3.1 Le secteur belge [58]**

Le secteur de la distribution automobile espère que des centres seront aussi agréés prochainement dans la Région de Bruxelles-Capitale. Sinon, il reste difficile de mettre sur pied un système concluant et la concurrence risque d'être faussée pour les entreprises des autres régions.

L'année dernière, quatre nouveaux centres ont été agréés. Cela a permis une couverture plus optimale du territoire. D'autres efforts restent cependant nécessaires. De nombreux efforts, également financiers, ont déjà été consentis par le secteur pour pouvoir offrir une réponse adaptée, sur le plan de l'infrastructure, aux besoins de capacité de traitement dans les trois régions.

L'ensemble du secteur souhaite élaborer une solution plus globale pour la collecte de véhicules, notamment en mettant en place un système qui garantit un apport suffisant de véhicules hors d'usage vers les centres agréés.

COBEREC a institué un groupe 'centres agréés' pour, d'une part, donner une réponse adéquate aux constructeurs en ce qui concerne le caractère technique de la problématique des véhicules hors d'usage et pour, d'autre part, suivre les évolutions juridiques, les tendances du marché, les techniques et la structure du marché, à la fois au niveau belge et au niveau européen.

FEBELAUTO est étroitement impliqué dans le fonctionnement du réseau des centres agréés. Cela ressort notamment de leur étude sur le prix de revient réel (77,78 € par véhicule hors d'usage) de la dépollution des voitures hors d'usage, ce qui joue un rôle important dans les négociations avec les constructeurs. En outre, les efforts de recherche sur le plan des installations de traitement de résidus légers (dont les plastiques) conduiront à terme à de meilleurs pourcentages de recyclage pour les constructeurs.

Il faut remarquer que les sous-traitants sont encore trop peu impliqués dans le dossier ELV ('End of- Life Vehicles').

En 2002, quatre nouvelles entreprises ont obtenu l'agrément pour la dépollution des véhicules hors d'usage. Cela porte le total à 15 centres agréés. Mais ce n'est qu'un début. De nombreuses entreprises réparties sur tout le territoire sont d'ores et déjà sur la liste des candidats potentiels. FEBELAUTO prévoit pour fin 2003 que 90% des détenteurs potentiels d'un véhicule hors d'usage habiteront à une distance raisonnable d'un centre agréé. Une bonne répartition géographique des centres agréés est nécessaire pour faciliter la collecte de véhicules et réduire les coûts de transport.

Actuellement, la Wallonie manque toujours de cadre légal pour l'agrément des centres de traitement. Cela demeure un frein au développement du réseau dans le sud du pays. Mais la tendance pourrait rapidement s'inverser au cours des prochains mois avec l'entrée en vigueur de plusieurs réglementations légales.

Jusqu'à présent, seules les entreprises conscientes de leurs responsabilités environnementales et de l'importance d'une anticipation des mesures légales à venir ont déjà demandé leur homologation. Plusieurs entreprises ont déjà reçu l'homologation de Febelauto (sur base d'un rapport technique positif de la Lloyd's), d'autres ont déjà entrepris de nombreuses démarches pour devenir centre agréé.

A Bruxelles, par contre, malgré l'existence des textes légaux, les centres doivent encore apporter de nombreuses adaptations à leur infrastructure avant qu'ils ne puissent prétendre à l'obtention d'un agrément. Quoi qu'il en soit, la volonté d'y parvenir ne fait pas défaut et démontre même bien qu'il ne s'agit que d'une question de temps.

Les véhicules réceptionnés sont d'abord pesés pour ensuite être stockés en attente de dépollution. Ce stockage doit être effectué sur une surface imperméable de manière à éviter toute infiltration de liquides. Le site doit également être muni d'un système de récupération des eaux d'écoulement avec un séparateur eau/huile.

Ensuite, les véhicules sont dépollués : Tous les liquides (huiles, carburant,...) et autres produits toxiques et/ou nocifs (batteries, pneus, ...) sont éliminés dans des installations spécifiques, réduisant au minimum le risque pour l'environnement et pour l'opérateur. Tous ces produits sont stockés dans des cuves, réservoirs et conteneurs spécialement destinés à cet effet. La surface de traitement répond évidemment aux mêmes critères que la surface de stockage initiale.

Suivant l'activité principale de l'entreprise (broyeur ou démolisseur), les pièces réutilisables intéressantes sur le plan économique et ne présentant aucun danger pour la sécurité sont éventuellement démontées pour être ensuite, soit vendues sur le marché d'occasion, soit remises à des collecteurs spécialisés. Enfin, les carcasses des véhicules sont pressées, cisailées ou encore broyées.

Tous ces produits (liquides vidangés, pièces démontées, ferrailles, ...) sont pesés. Ces données sont ensuite communiquées à Febelauto selon leur type, leur quantité et leur destination. Il est ainsi possible de dresser les bilans massiques environnementaux des centres et de déterminer le pourcentage de recyclage finalement obtenu. Il est cependant ardu de séparer les différents flux de matériaux.

### **8.3.2 Projets innovateurs**

Le projet SECOIA de Peugeot aspire à une réutilisation maximale des pièces usagées. La Toyota ES, quant à elle, est recyclable à 98%.

Différentes marques automobiles ont organisé, en 2002, des actions 'écobons'. A l'acquisition d'une voiture neuve, le consommateur reçoit une prime substantielle pour son véhicule hors d'usage. En échange, l'importateur s'engage à faire traiter les véhicules hors d'usage uniquement par des centres agréés et selon les règles de l'art. De cette manière, l'acheminement de véhicules hors d'usage vers les centres agréés est stimulé et ces derniers reçoivent une aide supplémentaire de la part des constructeurs.

### **8.3.3 Analyse économique**

A l'avenir, les frais de traitement des véhicules hors d'usage vont vraisemblablement continuer d'augmenter. Cela s'explique par les pourcentages de recyclage plus élevés qui devront être atteints et par l'augmentation attendue des frais pour le traitement des déchets. En contrepartie, les voitures comportent de plus en plus de métaux non-ferreux (surtout de l'aluminium et, dans une moindre mesure, du magnésium et du titane). En outre, depuis le début des années 90, les voitures essence sont systématiquement équipées d'un catalyseur qui contient des métaux précieux tels que le rhodium, le platine et le palladium. Ces catalyseurs, d'une valeur minimale de 15€, commencent déjà à être de plus en plus présents dans les centres de traitement agréés. Par conséquent, il est difficile de prévoir si la valeur future d'un véhicule hors d'usage va évoluer positivement ou négativement.

En 2001, quelques 13.427 véhicules ont été collectés, l'année suivante, 59.166 véhicules l'ont été. L'augmentation réalisée reste certes conséquente mais la totalité des véhicules hors d'usage présents sur le territoire est loin d'être atteinte. L'accroissement du nombre de centres agréés pour le traitement des véhicules hors d'usage et le renforcement des législations en la matière ainsi que des campagnes de contrôle menées par les autorités engendreront indubitablement une augmentation du nombre de véhicules collectés et traités de manière écologique.

### 8.3.4 Taux d'application utile

Les taux d'application utile imposés, pour 2006, dans le traitement des véhicules hors d'usage par les récentes législations européennes et régionales, à savoir l'obtention de 85% d'application utile dont un minimum de 80% de réutilisation/recyclage et un maximum de 5% de valorisation énergétique, sont certes ambitieux mais néanmoins réalisables.

Les premiers résultats en la matière, publiés en 2002, sont assez optimistes : 77% de valorisation (globale)

Taux d'application utile	
catégorie	Résultats 2002
Réutilisation	6%
Recyclage	70%
Valorisation énergétique	1%
<b>Application utile</b>	<b>77%</b>
Incinération – Mise en décharge	23%
Total	100%

Tableau 8-3 Valorisation des déchets automobiles, résultat 2002 – Source : Febelauto

L'objectif est toutefois loin d'être atteint. Ce n'est que par l'usage de nouvelles technologies et la recherche de nouveaux débouchés pour certains produits comme les matières plastiques et les résidus de broyage que les taux seront obtenus.

### 8.3.5 Broyage et triage

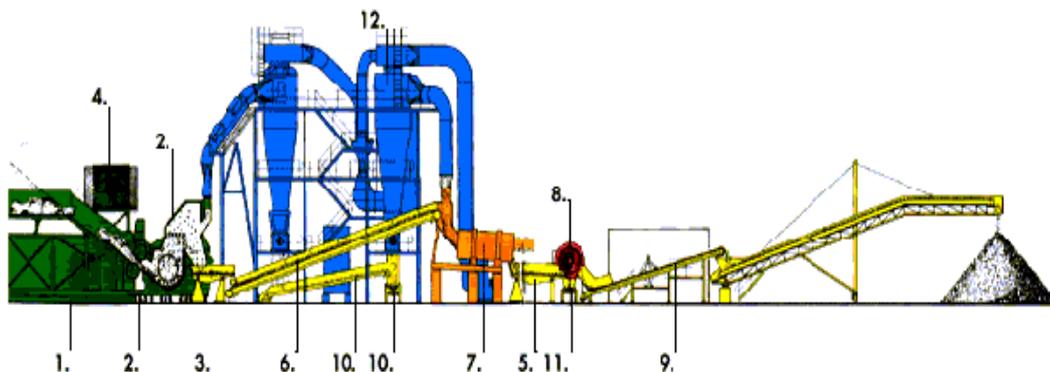


Schéma 8-1 Schéma de broyage des véhicules en fin de vie [21]

Le broyeur traite - en kilogrammes - la plus grosse part d'une épave de véhicule. Dans une immense 'broyeuse', l'épave est réduite en morceaux de la grosseur d'un poing. Un système de succion sépare les particules des métaux plus lourds. Le fer est séparé de cette fraction lourde dans un tambour magnétique. Dans la plupart des installations de broyage, le mélange non-ferreux est ensuite traité dans un moteur linéaire à induction permanente. Ceci donne lieu à une fraction non-ferreuse d'une pureté de 95%. Dans des bains liquides, les différents métaux non-ferreux sont ensuite séparés de sorte que chaque métal est isolé pour recyclage. De la fraction résiduelle, les matériaux restants peuvent être séparés dans des installations de flottage pour recyclage ultérieur.

### 8.3.6 Les matières plastiques

Les matières plastiques (ainsi que le verre et le caoutchouc) donnent des chiffres totalement différents en comparaison aux métaux. Le produit de base est en effet abondant, l'exploitation n'exige que peu de main-d'œuvre et le transport et la fabrication de matière première primaire sont bon marché et simples. Le recyclage peut s'avérer relativement cher en raison du démontage manuel, du transport et du traitement préliminaire. En outre, le recyclage entraîne souvent une perte de qualité.

Néanmoins, de nombreuses techniques de traitement de ces matériaux sont actuellement en plein développement. Citons à titre d'exemple le procédé 'RECAFUTA' (REcycling CAr FUEl TAnk) développé par Solvay.

Grâce à ce procédé, les réservoirs à carburant fabriqués en plastique PE-HD sont traités de manière écologique. Le procédé fonctionne suivant un principe très simple mais témoigne d'une technologie avancée. Le réservoir à carburant est broyé et les matériaux sont séparés les uns des autres par procédé magnétique (ferreux) et inductif (non-ferreux). Le résidu est lavé, le PE est séparé par flottation, nettoyé chimiquement des solvants et résidus de carburant, et reconverti par extrusion en une matière secondaire destinée à la fabrication d'un nouveau réservoir à carburant. Ceci assure un recyclage du matériel de 40%. Il s'agit là d'un bel exemple d'un "Closed loop".



Schéma 8-2 Diagramme « Recafuta » – Source : Febelauto

A terme, la filière de recyclage des VHU devra disposer sans nul doute d'un éventail de moyens techniques permettant de traiter les déchets dans le respect de l'environnement.

### 8.3.7 Développements technologiques et prévention

Deux conférences, l'«International Automobile Recycling Congress» (Genève) et l'«International Car Recycling Workshop» (Munich) ont permis de traiter, entre autres, les thèmes suivants :

- la mise en oeuvre de la Directive relative aux véhicules hors d'usage dans les différents Etats membres, l'exécution de l'obligation de reprise sur le plan logistique et le coût correspondant ;

- le démantèlement contre le traitement des résidus de broyage. Pour ce dernier procédé, plusieurs techniques ont été proposées : des processus thermiques aux techniques poussées de séparation en passant par le dégazage ;
- l'analyse du cycle de vie : le traitement de l'aluminium et du polyamide recyclé a été analysé, de même que l'effet de pièces automobiles contenant du plomb dans les ferrailles ;

Dans le concept du 'design for recycling', des normes techniques standard ont été discutées pour le recyclage et les avantages et inconvénients de l'utilisation de plastiques recyclés ont été analysés.

En l'occurrence, il est important de remarquer qu'aussi bien la production automobile que le recyclage des voitures vont au-delà des frontières entre Etats ou régions. Il est donc extrêmement important qu'il n'y ait pas de distorsions de concurrence dans ces relations internationales. Une solution globale doit donc prévaloir à une politique 'solo' d'un pays ou d'une région.

Des experts de toutes les marques de voitures et de tous les continents se sont également rencontrés en automne, à Munich, lors d'un atelier sur le recyclage. L'attention a surtout été accordée aux thèmes suivants :

- Analyse des différentes techniques pour valoriser les résidus de broyage et détermination de la stratégie la plus efficace afin d'atteindre les objectifs de 2015. Différents constructeurs investissent avec les entreprises de broyage dans la recherche et le développement de nouvelles techniques ;
- Discussion des défis techniques qui résultent de l'interdiction d'utiliser des métaux lourds (conformément à l'annexe II de la Directive 2000/53/CE). Avec leurs sous-traitants, les constructeurs recherchent intensivement de nouveaux matériaux en remplacement du plomb, du cuivre, du cadmium et du chrome hexavalent.

L'échéance du 1er juillet 2003 approche en effet à grands pas. Recherche de méthodes sûres, écologiques et efficaces pour neutraliser le nombre croissant de mécanismes pyrotechniques dans l'automobile.

C'est aussi grâce à une augmentation des taxes écologiques sur le déversement de ces résidus, une interdiction éventuelle de déversement et, surtout, des efforts poussés sur le plan de la recherche et du développement par les entreprises de broyage que le développement et l'application de plusieurs techniques très avancées ont été permis.

## **8.4 Appareils électroniques en fin de vie [27]**

De nos jours, il n'est pas rare de trouver de vieux ordinateurs dans le sous-sol des gens ou dans les magasins de marchandises d'occasion, Les innovations technologiques dans le domaine des ordinateurs, des téléphones cellulaires, des imprimantes, des numériseurs et autres appareils, au bureau ou à la maison, procurent aux consommateurs des avantages indéniables de performance et de commodité.

Bien que les appareils électroniques en fin de vie utile représentent 4% de l'ensemble des déchets plastiques, ils n'en demeurent pas moins une catégorie en croissance.

Les inquiétudes face à l'enfouissement des appareils électroniques en fin de vie utile ont favorisé leur détournement grâce à la récupération des métaux précieux et d'autres ressources utiles qu'ils renferment.

Plusieurs des métaux - cuivre, or, plomb et argent - utilisés dans la fabrication des appareils électroniques ont une valeur en soi. Il existe présentement des marchés pour ces matières si elles pouvaient être collectées, séparées des matières résiduelles et raffinées efficacement et économiquement. La valeur des ordinateurs en fin de vie utile comme source de métaux précieux est jusqu'à trois fois plus élevée que celle du minerai métallique original. De plus,

les rebuts de plastiques se trouvant dans les matières résiduelles sont souvent revalorisés en énergie additionnelle dans le procédé de raffinage.

L'industrie des plastiques en Amérique du Nord, en Europe et au Japon a effectué des études sur la récupération et le recyclage des plastiques résiduels issus de la collecte sélective. Les résultats renferment des informations sur l'emploi des plastiques incorporés aux appareils électroniques et les possibilités d'identification, de séparation et de récupération de ces plastiques.

#### **8.4.1 Options de diversions multiples**

Pour améliorer la récupération des ressources commercialisables, on devra combiner les nouvelles applications des produits aux options de gestion des matières résiduelles si on souhaite détourner des lieux d'enfouissement les rebuts d'appareils électroniques et informatiques en fin de vie utile. Toute stratégie de détournement efficace doit s'appuyer sur la rentabilité économique, l'écocoefficacité, la faisabilité technique et l'appui de la population. Les appareils électroniques en fin de vie utile sont une catégorie de matières résiduelles particulièrement diversifiée et complexe et toute démarche de gestion des matières résiduelles doit prendre en considération la nature globale du marché.

#### **8.4.2 Utilisation des plastiques dans les appareils électroniques**

On emploie toute une gamme de matériaux dans la fabrication d'appareils électroniques. La majorité des plastiques utilisés se retrouvent dans le boîtier et constituent environ 20% du poids total des appareils. Les plastiques sont au cœur des conceptions innovatrices qui ont rendu les appareils électroniques haute performance d'aujourd'hui plus solides et durables, prolongeant ainsi leur durée de vie utile. Par exemple, une grande part du succès des ordinateurs personnels est attribuable aux innovations dans les gaines protectrices des cartes de circuits imprimés qui minimisent l'impact de l'humidité et d'autres facteurs environnementaux. De plus, la nouvelle génération d'appareils occupe moins de volume et est moins lourde grâce à l'emploi des plastiques. Grâce à la durabilité et à la polyvalence des plastiques, les fabricants peuvent concevoir des appareils électroniques esthétiques, peu dispendieux et de haute qualité pour les marchés consommateurs et commerciaux très concurrentiels et en évolution constante,

L'utilisation d'un polymère spécifique dépend des exigences de performance de la composante particulière qui est produite, L'ABS et le polystyrène choc offrent une protection supérieure aux impacts. Le polyéthylène et le vinyle sont d'excellents isolants... Et l'oxyde de polyphénylène (PPO) peut résister sans difficulté à des températures élevées.

L:ABS et polycarbonate/ABS sont largement utilisés dans la fabrication d'écrans et de boîtiers, tandis que le polystyrène choc est le matériau de choix pour les téléviseurs, chaînes stéréophoniques et autres appareils électroniques grand public. Selon l'American Plastics Council (APC), le polystyrène choc, l'ABS et le PPO constituent près de 95% des résines utilisées dans les appareils électroniques.

Les fabricants d'appareils électroniques cherchent à réduire la quantité de mercure, de plomb et d'autres matières potentiellement dangereuses dans leurs produits, Les écrans plats et à cristaux liquides remplacent graduellement les écrans cathodiques au plomb, et l'approche « design écologique » de l'industrie contribue à minimiser les impacts néfastes tout au long de la durée de vie de tels appareils, Les fabricants modifient aussi le design de leurs produits afin de faciliter leur déconstruction éventuelle, de même que la réutilisation ou le recyclage des composantes, En collaboration avec plusieurs fabricants d'équipements, l'APC a établi des directives qui allient des considérations environnementales aux critères traditionnels de design, Ces directives proposent des façons de minimiser les matières résiduelles, d'accroître le recyclage, de stimuler le rendement et d'harmoniser les aspects économiques. L'amincissement des parois, la réduction du volume et la miniaturisation ont permis de réduire considérablement la quantité de matière par unité qui pourra

éventuellement être recyclée ou valorisée. Les téléphones cellulaires sont un parfait exemple de la contribution des plastiques à cet égard: solide mais léger, et dont toutes les composantes sont intégrées dans un minuscule combiné. Depuis 1992, le poids du téléphone cellulaire moyen a chuté de 80%, passant de 500 à seulement 100 grammes et moins. En améliorant la «capacité d'expansion» des systèmes informatiques, les fabricants permettent aux consommateurs de protéger leur investissement tout en améliorant la performance des produits. Grâce aux fentes et logements d'expansion, on peut ainsi répondre aux exigences de stockage en mémoire élevées de certains logiciels. Plusieurs composantes, comme les cartes graphiques, les lecteurs de disques et les microprocesseurs, peuvent être remplacées sans qu'il soit requis de remplacer tout le système si des pièces de meilleure performance sont mises en marché.

### **8.4.3 Nouvelle vie pour les vieux ordinateurs**

Depuis dix ans, des sociétés achètent, testent et revendent des ordinateurs et des écrans. La majorité des systèmes remis à neuf par les entreprises ne datent que d'une année et demi à deux ans, puisque les fabricants mettent constamment à jour leurs systèmes pour y incorporer les plus récentes technologies.

Le développement de centres de réparation et de remise à neuf permettrait de récupérer les ordinateurs « dépassés » afin de les remettre sur le circuit. De telles entreprises fleurissent en Amérique du Nord et devraient très facilement être développées dans nos contrées. Le matériel usagé doit être testé, nettoyé, réparé et préparé en vue de sa distribution. Lorsque le matériel ne peut être facilement réutilisé, on le démantèle afin de récupérer les pièces de rechange de valeur. La plupart de l'équipement inutilisable est recyclée.

#### **Intérêt accru pour les programmes de reprise**

Moyennant certains frais, Hewlett-Packard recycle les ordinateurs et autres appareils non désirés, peu importe le fabricant d'origine. L'entreprise accepte une vaste gamme de matériel: ordinateurs personnels, imprimantes, numériseurs, assistants numériques personnels. Le prix dépend de la quantité et du type de produit. L'équipement réutilisable est remis gratuitement à des organisations charitables et le reste est recyclé.

IBM Canada a mis sur pied un service similaire en février 2001. Les clients peuvent recycler un système de n'importe quel fabricant (y compris le processeur central, les composantes, l'écran et les périphériques), moyennant certains frais.

#### **Recyclage des plastiques dans les appareils en fin de vie utile**

La technologie a évolué à un tel point qu'il est possible d'identifier et de séparer les plastiques se trouvant dans les appareils électroniques en fin de vie utile, et aussi d'identifier les additifs et les contaminants. Depuis plusieurs années, l'American Plastics Council (APC) collabore avec des transformateurs des États-Unis dans le but de concevoir et de tester des équipements capables d'identifier et de trier les plastiques présents dans les biens durables, dont les appareils électroniques.

Les techniques et équipements de réflectance dans l'infrarouge conçus pour le compte des constructeurs automobiles comme BMW et Ford peuvent identifier une vaste gamme de polymères et compounds. Les stylos triboélectriques de l'Université de Southampton (Royaume-Uni) peuvent différencier deux résines pour lesquelles ils sont calibrés simplement en les frottant sur la surface de l'échantillon.

Les industries pharmaceutiques et alimentaires ont mis au point des techniques de tri des comprimés colorés ou de détection des pois ou haricots hors normes avant le traitement automatique. Ces dispositifs ont été utilisés pour trier des flocons de plastique selon diverses catégories. Les techniques électrostatiques, comme celle qui a été développée par Plas-Sep Ltd. à London, Ontario, sont utiles dans la purification finale des particules de plastique. Result technology AG, en Suisse a récemment lancé une technologie en Amérique du Nord permettant de décoller et séparer les matières composites comme celles qu'on retrouve dans

les cartes de circuit imprimé, etc., des appareils électroniques. Pour décoller les résidus déchiquetés, le procédé mécanique à sec de Result se sert d'un «accélérateur» très haute vitesse. La matière décollée est ensuite séparée par un système de cyclone à air, de tamis et d'électrostatique. Cette technologie serait présentement utilisée dans des usines en Europe, au Japon et en Corée.

L'industrie des plastiques s'est aussi associée à des transformateurs afin de concevoir et de tester diverses formes d'équipements de séparation. Un récent rapport de l'APC évalue cette technologie et observe qu'il s'agit d'un «outil efficace et économique pour séparer les plastiques mélangés durables et pour extraire plusieurs contaminants d'un plastique cible». L'APC, conjointement avec MBA Polymers, à Richmond, Californie, a non seulement identifié les résines se trouvant dans un échantillonnage de plastiques provenant de biens durables récupérés dans la région de la baie de San Francisco, mais les a séparés en catégories très pures. Le procédé a fait appel à la granulation par voie sèche des matières. Ensuite, les matières ont ensuite été introduites dans un classificateur et placées au-dessus d'un aimant grâce auquel les matières légères (papier, mousse, étiquettes, poussières et métaux magnétiques) ont été retirées. Les résines de plastique ont ensuite été soumises à un traitement hydrocyclone par voie humide, qui a retiré les plastiques de nature différente et les contaminants inconnus du plastique cible. Suite au séchage, le plastique cible (dans ce cas le polystyrène choc, HIPS) a été traité par un procédé de purification breveté afin de produire une matière qui était essentiellement du HIPS pur à 100%.

Depuis les premiers essais réalisés en collaboration avec MBA Polymers, plusieurs entreprises ont réussi à retirer certaines catégories de plastiques recyclables des résidus de plastiques mélangés provenant d'équipements électroniques mis au rebut.

#### **8.4.4 Agents ignifuges**

Les agents ignifuges sont ajoutés à certains des plastiques utilisés dans les appareils électroniques afin d'accroître leur résistance aux incendies. Les agents ignifuges permettent aux fabricants de répondre aux normes strictes de sécurité incendie et, en fin de compte, sauvent des vies. Les plastiques récupérés qui contiennent ces agents peuvent être recyclés en de nouvelles pièces. On peut aussi les utiliser dans les systèmes contrôlés de récupération d'énergie, et leur disposition dans les lieux d'enfouissement modernes est considérée comme sécuritaire

#### **8.4.5 Valeur des plastiques dans les appareils électroniques en fin de vie utile**

Un des défis constants du recyclage de toute matière est le rapport de coûts entre la valeur et la récupération ou encore est-ce que la matière possède une valeur suffisamment grande en soi pour justifier économiquement son traitement et sa mise en marché?

Étant donné que les appareils électroniques sont déjà collectés, principalement pour en récupérer les métaux précieux, il est possible qu'il soit économiquement rentable de récupérer les plastiques. Les plastiques que l'on retrouve dans les appareils électroniques sont des. «thermoplastiques industriels », qui ont une grande valeur en soi.

Les plastiques ne constituent qu'une petite part de l'ensemble des rebuts d'appareils électroniques. Cependant, les composantes de plastique peuvent être contaminées par des traces de résines, métaux, enduits... et rendre leur recyclage très difficile.

Le marché des plastiques récupérés des appareils électroniques en fin de vie utile évolue lentement dû à la méconnaissance des matériaux incorporés aux appareils électroniques en fin de vie utile. L'offre de plastiques récupérés était au mieux irrégulière, ce qui rend la tâche des fabricants plus difficile; ceux-ci doivent en effet pouvoir compter sur un approvisionnement stable et constant de matières premières s'ils veulent être en mesure de tester et d'utiliser des plastiques recyclés dans leurs produits. À l'origine, les plastiques récupérés étaient utilisés dans le plastibois, le mobilier extérieur et les revêtements routiers.

En plus de ces applications relativement bien établies, on a identifié les nouveaux marchés en développement suivants:

L'Université Tufts s'est associée à des recycleurs de plastiques et à IBM afin de démontrer la capacité de rendement du HIPS provenant d'appareils électroniques recyclés. La recherche a révélé que le HIPS pouvait être utilisé dans la fabrication de certains produits électroniques de haute gamme sans coûts additionnels pour le fabricant.

En Chine, l'ABS recyclé est utilisé dans la fabrication de boîtiers de caméra, de boîtiers de pile et de classeurs pour disques compacts. Une entreprise de pavage de la Pennsylvanie a mis sur le marché un mélange de béton asphaltique chaud contenant 1 ou 2% (selon le poids) de résines thermoplastiques recyclées. Ces résines sont traitées selon un procédé breveté pour améliorer la résistance d'adhésion. Le procédé peut traiter des résines de plastiques mélangés, y compris l'ABS et le HIPS, qui remplacent en partie les pierres et le gravier utilisés dans la fabrication de l'asphalte. Les études ont démontré que ce produit offre en rendement supérieur et est moins coûteux que l'alternative faite de matières vierges.

Le recyclage des plastiques ne sera autosuffisant que s'il existe des marchés stables pour les résines recyclées produites. C'est pourquoi les fabricants d'ordinateurs espèrent stimuler la demande pour plusieurs des résines de grande valeur utilisées dans les appareils électroniques.

D'autres entreprises cherchent à identifier les produits qui pourraient inclure des thermoplastiques industriels provenant d'appareils électroniques en fin de vie utile. On trouve présentement plus de 30 produits considérés comme rentables sur le marché.

L'objectif ultime de ces recherches est d'identifier de nouvelles applications haut de gamme des plastiques recyclés dans les biens durables.

#### **8.4.6 Perspectives d'avenir**

Le recyclage des plastiques incorporés dans les appareils électroniques peut poser des défis particulièrement importants. Les résidus de plastique peuvent être mélangés ou contaminés par de la peinture ou des revêtements métalliques, du plomb, de la mousse structurée ou du carton en plastique expansé, du tissu, des poussières et des poudres, des câbles et du filage, des tubes cathodiques, des cartes de circuits imprimés, des aimants de haut-parleur, des piles, des interrupteurs à mercure et autres matières dangereuses. Bien que plusieurs boîtiers puissent être extraits et recyclés sans trop de problèmes, le démantèlement complet est une étape coûteuse et exigeante en main-d'œuvre, surtout lorsqu'il est question de petits appareils en fin de vie utile.

Comme c'est le cas pour d'autres programmes de recyclage, les clés du succès sont un approvisionnement constant de matières premières secondaires de haute qualité, une clientèle réceptive aux résines recyclées et autres matières, et des conditions de marché favorables qui puissent supporter des dépenses en capital et les coûts de traitement relativement élevés. Si ces conditions ne peuvent être remplies, d'autres options doivent être considérées pour détourner les résidus de plastique. De récents tests effectués en Suède révèlent que l'utilisation de plastiques provenant d'appareils électroniques en fin de vie utile comme source d'énergie et de carbone dans le traitement des métaux est une option écologique.

Le monde industriel se doit d'être ouvert aux différentes options possibles de traitement pour s'assurer que les systèmes récupération seront respectueux de l'environnement. Lorsqu'il est impossible de générer des matières résiduelles relativement propres ou de garantir des approvisionnements adéquats en plastiques résiduels pour faire en sorte que le recyclage soit pratique et économique, la valorisation énergétique et le recyclage des matières premières sont des options viables. En Europe, la récupération par les fonderies des métaux précieux présents dans les téléphones cellulaires désuets est une autre option qui connaît du succès. Comme la composante de plastique possède une valeur thermique élevée (PCI),

elle est ajoutée à la matière de base à incinérer comme carburant additionnel et comme agent réducteur dans les opérations de revalorisation et de raffinage du métal. Selon des études réalisées par l'Association des producteurs de matières plastiques en Europe, l'énergie requise pour récupérer le cuivre des résidus d'appareils électroniques (ordinateurs personnels, cartes de circuits imprimés) n'est que le sixième de celle qui est nécessaire à son extraction du minerai. Plusieurs essais de combustion en Europe ont démontré que les plastiques ayant des agents ignifuges peuvent être utilisés dans les usines modernes de valorisation énergétique.

### **Gazéification**

Étant donné que les plastiques issus du recyclage d'équipements électroniques ont une grande valeur calorifique et qu'ils sont composés essentiellement de carbone et d'hydrogène, leur traitement par un procédé de gazéification peut être une option prometteuse. La gazéification n'est pas la même chose que l'incinération. L'incinération implique la combustion de matières avec un excès d'air en vue de convertir la plupart des matières contenant du carbone en dioxyde de carbone. La gazéification a lieu dans une atmosphère réductrice à de hautes températures et consiste à créer un gaz synthétique composé principalement de monoxyde de carbone et d'hydrogène. Le gazéifieur ne produit pas d'oxydes de soufre, d'azote ni de composés chlorés comme les dioxines et les furannes. Lorsqu'il est disponible en grande quantité, le gaz synthétique d'un gazéifieur peut servir à créer pratiquement toutes molécules organiques. Lorsque le gaz n'est disponible qu'en petite quantité, on peut l'utiliser comme carburant dans un générateur électrique ou on peut extraire l'hydrogène qu'il contient pour faire fonctionner une pile à combustible.

#### **8.4.7 En Belgique**

Depuis le 1er juillet 2001, il existe, en Belgique, une obligation de reprise pour les produits électriques et électroniques. Conformément à cette obligation de reprise, les importateurs et les producteurs sont tenus d'accepter les produits réceptionnés par les revendeurs finaux ou les intermédiaires et de veiller à leur valorisation ou élimination, et ce en proportion des livraisons de produits faites par eux aux revendeurs finaux ou aux intermédiaires.

L'environnement étant une matière régionalisée, la mise en application de cette obligation est réglementée par différents décrets et ordonnances.

Recupel asbl est l'organe d'exécution qui a été constituée à la suite de la législation relative à l'obligation de reprise des appareils électriques et électroniques usagés.

En collaboration avec des entreprises agréées pour le traitement et le recyclage, Recupel gère l'organisation de la collecte et de la récupération des appareils déposés dans toute la Belgique. Ces entreprises sont sélectionnées sur la base de l'efficacité de leurs services en termes de coûts et de leur expérience dans la prise en charge écologique des appareils usagés. Recupel se charge également d'informer le consommateur et la distribution sur cette nouvelle législation, sur son propre fonctionnement et elle fait également rapport aux autorités.

Le système de traitement et de recyclage est financé par la cotisation que le consommateur paie à l'achat d'un nouvel appareil. La philosophie du système est en effet la suivante : le pollueur doit payer pour la pollution qu'il cause et doit donc contribuer à l'amélioration de l'environnement.

Recupel veille à l'exécution pratique de l'obligation de reprise. Relèvent notamment des activités de Recupel :

- l'organisation de la collecte des appareils électriques et électroniques usagés conformément aux dispositions des Conventions Environnementales,
- l'organisation du traitement des appareils électriques et électroniques usagés collectés,

- l'information de tous les acteurs concernés par l'exécution des Conventions Environnementales, et
- le monitoring de la réalisation des résultats visés dans les Conventions Environnementales.

Chaque secteur dispose de son propre organisme de gestion :

- Appareillage électronique consommateurs : Recupel A/V asbl

#### **Appareils informatiques, de télécommunication et de bureau : Recupel ICT asbl**

- Gros électroménager : B-W-REC asbl
- Petit électroménager : Recupel SDA asbl
- Equipement électrique et outillage de jardin électrique: Recupel ET & Garden asbl

## **8.5 Les plastiques mélangés**

### **8.5.1 Description**

La valorisation des matières plastiques mélangées consiste à utiliser des matières plastiques de toutes origines pour fabriquer de nouveaux produits. On a vu que le seul gisement exploité aujourd'hui est celui des corps creux propres et homogènes, alors que des gisements beaucoup plus importants sont, soit à portée de main (les refus de tri), soit à portée de collecte (objets plastiques, sacs plastiques, films agricoles...).

Une filière émerge aujourd'hui qui consiste à valoriser des produits plastiques moins sélectionnés, mais sur des utilisations plus larges. C'est ce qu'on appelle la "valorisation des plastiques mélangés".

Cette expression paraît préférable à celle pourtant couramment utilisée de "plastiques en mélange", car en réalité, ce sont rarement les **plastiques**, les polymères qui sont traités ensemble (il reste des incompatibilités entre matières), mais les **produits** qui sont mélangés.

Le principe est identique à celui de la valorisation matière traditionnelle, à savoir collecte/tri (sommaire) / broyage / lavage / chauffage / extrusion, mais avec deux différences. D'une part, l'éventail des matériaux utilisés est extrêmement ouvert. Ainsi, outre les corps creux, on trouve aussi les tubes, tuyaux, sacs, films ménagers, films professionnels, jouets, palettes... D'autre part, les utilisations sont beaucoup plus larges, puisque la valorisation des plastiques mélangés porte sur tous les grands types d'utilisation des plastiques, à l'exception des corps creux à usage alimentaire: films, sacs poubelles, bâches, tuyaux, palettes, objets divers, piquets, barrières, mobilier urbain (conteneurs, bancs...).

### **8.5.2 Développement de la filière**

De nombreux freins peuvent expliquer ce retard ou, plutôt, l'émergence timide de cette filière. Outre des tâtonnements techniques, c'est à la fois le résultat d'un système, solidement établi, et de choix stratégiques, difficiles à remettre en cause.

Tout d'abord, il faut reconnaître que les premières utilisations ont été plutôt anecdotiques ou médiocres. La première réalisation connue est celle des "piquets de vigne" réalisés en plastique à partir de plastiques mélangés. Le piquet est flexible, imputrescible et 10% moins cher que le piquet de bois. Mais le produit reste marginal<sup>39</sup>. D'autres réalisations comme les

---

<sup>39</sup> Malgré les 2000 tonnes en 1998, et des utilisations encore possibles sur les piquets sous serre (l'humidité est très néfaste au bois), et des dérivés multiples basés sur le même principe, c'est à dire, une association d'une armature de fer au milieu, "enrobée " de plastiques recyclés.

moquettes par exemple, ne présentaient pas des caractéristiques techniques et esthétiques suffisantes.

Ensuite, le choix de la profession a été un choix de qualité, sur un créneau étroit. L'idée est que les produits sont d'autant plus facilement valorisables qu'ils sont sélectionnés, triés et purs. D'où l'idée de la recherche d'une grande homogénéité, limitée aux bouteilles, flacons et bidons, à deux ou trois matières (PE, PET, PVC).

Le soutien de la filière va encore aujourd'hui principalement dans cette direction, lancée avec courage et à grands frais il y a quelques années mais fonctionne encore en sous capacité. Selon les certains professionnels *"jusqu'en 1996-1997, la situation a été très difficile. Sans le soutien et la caution des grands groupes de plasturgie, la filière du recyclage matière - monomatériaux- n'aurait jamais émergé. Cela démarre vraiment aujourd'hui."*<sup>40</sup>

On conçoit aisément, dans ces conditions, que la perspective de remettre en cause un choix stratégique et de voir de nouveaux acteurs entrer sur une filière certes différente (puisqu'il s'agit de valoriser une large gamme de produits plastiques), mais tout de même très voisine, voire substituable (puisque les sociétés de plastiques en mélanges peuvent également traiter le gisement des bouteilles), ne suscite pas un enthousiasme excessif. Les capacités de traitement sont déjà excédentaires par rapport à la collecte réelle. En réduisant les apports (par la concurrence d'une nouvelle filière), la filière actuelle de valorisation de polymères de haute qualité se trouverait sérieusement compromise.

Cette perspective des plastiques en mélange suscite par conséquent de la part des professionnels de la plasturgie, réserves et même quelques craintes.

### **8.5.3 Les avantages attendus de la filière plastiques mélangés**

La valorisation des plastiques mélangés présente cependant plusieurs avantages par rapport au choix actuel:

- Passer du "propre et sec" au "sale et en mélange". La technologie permet de prendre pratiquement tous les produits, même les refusés (on peut prendre des films agricoles contenant jusqu'à 30% de terre), même les interdits (les bidons d'huile<sup>41</sup>, totalement prohibés dans le système actuel peuvent être traités en mélange);
- Elle permet d'accéder et d'utiliser des gisements inexploités: films agricoles, objets plastiques, tuyaux, sacs de caisse, films de suremballages...
- Elle évite l'opération de tri fin en centre de tri qui est toujours coûteuse pour les collectivités locales;
- Elle permet un message simple. L'habitant se prête d'autant mieux à la collecte sélective que le message est simple. Si on lui dit qu'il peut mettre dans sa poubelle des bouteilles, mais pas des sacs plastiques, ou des bouteilles de lait, mais pas de bouteilles d'huile, il est perturbé, et ne fait pas toujours attention. Cette hésitation est reportée en coût pour la collectivité, en centre de tri;
- Le coût annoncé est compétitif par rapport à celui de l'incinération.

### **8.5.4 Les perspectives de la filière**

Plusieurs sociétés apparaissent sur ce nouveau créneau. Une société canadienne a pour ambition d'être le *leader* mondial des palettes fabriquées à partir de plastiques mélangés.

---

<sup>40</sup> Miquel G. et Poignant S, Les techniques de recyclage et de valorisation des déchets ménagers et assimilés, ed. Assemblée nationale, Paris, 1999, *op. cit.*, pp 274

<sup>41</sup> Un bidon d'huile contient encore 20 à 25% de son poids en huile. L'huile extraite repart dans la "filiale huiles" à zéro cent, le contenant, lui, est traité.

*Leader* au Canada et aux Etats-Unis, elle s'intéressera inévitablement au marché européen (palettes automobiles) et, en particulier, au marché français (palettes grandes surfaces).

La palette est fabriquée dans une proportion de 70% HDPE et 30% LDPE pour trouver l'équilibre entre légèreté et résistance. Au Canada, la société prend -achète- tous les produits HDPE, y compris les pots de yaourt. Mais la qualité de collecte est très supérieure aux Etats-Unis et au Canada qu'en Europe. L'opération exige toutefois une garantie de collecte minimale pour que l'opération soit rentable.

En France, une poignée de sociétés sont également sur ce créneau dont la plus connue est la société SERP Recyclage. La société est "prête à tout prendre", les refus de tri, les nouveaux gisements. Le coût est dépendant de l'exigence de dépollution. Les bidons d'huile, par exemple, qui sont parmi les produits les plus coûteux à traiter, se régénèrent à un prix supérieur au prix d'incinération. Il faut savoir qu'aujourd'hui, personne n'en veut, ni les incinérateurs, ni les cimentiers.

Aujourd'hui, faute de filière réellement organisée en France, la société est obligée d'importer ses plastiques (1000 tonnes de Belgique par exemple). Mais, dès que la matière est là, la gamme des produits proposés est très large: outre les fameux piquets de vigne (2000 tonnes quand même en 1998), on peut citer les tubes, les enrobés d'autoroutes, les dalles, les barrières de clôture, le mobilier urbain. Les arrosoirs vendus en grandes surfaces sont pour la quasi-totalité, en 100% plastiques recyclés.

## **9 Les plastiques biodégradables [34]**

### **9.1 Polymères naturels**

Tout au cours de son histoire, l'homme a fait l'usage d'une vaste gamme de polymères naturels; Toutefois, le fait que ces substances étaient des polymères a été longtemps ignoré. Les polymères naturels se classent en plusieurs grandes familles:

- Les polysaccharides, comme l'amidon et la cellulose;
- Les protéines, comprenant la gélatine, la caséine, la soie et la laine;
- Les polyesters produits par les microbes
- D'autres polymères naturels comme la lignine, la laque et le caoutchouc naturel.

Certaines de ces substances entrent aujourd'hui dans la fabrication de produits biodégradables.

### **9.2 Polymères synthétiques**

La plupart des polymères qui nous sont familiers comme le polyéthylène et le polystyrène - sont issus d'hydrocarbures. Les polymères biodégradables peuvent aussi être fabriqués à partir de gazoline et de pétrole. Chacun de ces composés synthétiques possèdent des propriétés et applications uniques.

Pour des motifs économiques, pratiques et même pour des raisons de santé et de sécurité, les produits de plastique biodégradable peuvent devenir une alternative valable au plastique conventionnel dans de nombreux et importants marchés à créneaux. Certains de ces marchés se retrouvent dans le secteur médical, des textiles (vêtements et tissus), de l'hygiène et agricole, ainsi que dans certaines, applications spécifiques d'emballage.

Cependant, les plastiques biodégradables ne sont pas, tel que promis à une certaine époque, la solution miracle aux problèmes de gestion des matières résiduelles. Les polymères biodégradables ne devraient pas non plus être perçus comme la solution au problème de la disposition de déchets sur la voie publique.

### **9.3 Les lieux d'enfouissement**

Un lieu d'enfouissement bien conçu est un site sécuritaire où l'on entrepose des rebuts et matières résiduelles mais qui ne peut cependant pas les faire disparaître. Afin d'éviter le plus possible la formation de gaz toxiques et de lixiviats, les lieux d'enfouissement modernes sont exploités de façon à ce qu'aucun ou très peu de déchets ne se dégradent. Ainsi, les multiples couches de matières sont à l'abri de la lumière du soleil et n'entrent pratiquement jamais en contact avec l'humidité ou l'oxygène. En conséquence, les processus chimiques et biologiques qui provoquent la décomposition des matières organiques sont presque entièrement neutralisés. Les déchets conservent leur poids, volume et forme pendant toute la durée de vie du lieu d'enfouissement, laquelle peut parfois atteindre 100 ans.

### **9.4 Première génération de plastiques biodégradables**

Au début des années 80, les applications pour les plastiques biodégradables se limitaient à des produits jetables à utilisation unique: sacs à ordures, pellicules d'emballage alimentaire, assiettes jetables. Ces différentes applications visaient principalement à résoudre le problème des produits jetés sur la voie publique et à réduire le volume des rebuts expédiés dans les lieux d'enfouissement. Cette première expérience a cependant démontré que les résultats souhaités ne seraient pas obtenus. La raison principale étant que les rebuts biodégradables ne se décomposent pas lorsqu'ils sont enfouis. Et donc, sans l'étape préalable du tri et du compostage, l'option des plastiques biodégradables ne permet pas de

réduire le volume de déchets dans les lieux d'enfouissement. Leur faiblesse se situait au niveau des principes chimiques de base. Un polymère conventionnel, généralement un polyoléfine, était simplement mélangé avec de l'amidon ou une autre substance organique. Lorsque les molécules de l'amidon se décomposaient, sous l'effet des éléments ou des micro-organismes s'attaquant à l'amidon, le produit se morcelait en particules de plastique et en résidus qui se mélangeaient au sol.

Au cours des quinze dernières années, les chercheurs tant du domaine public que privé ont mis au point une technologie adéquate pour produire une nouvelle génération de polymères biodégradables. Des groupes de normalisation ont aussi établi les modèles d'évaluation permettant de mesurer la biodégradabilité et la compostabilité :

### **Plastique biodégradable**

Plastique dégradé dont la décomposition résulte de l'action de micro-organismes naturels comme les bactéries, champignons et algues. (ASTM D6400-99)

### **Plastique compostable**

Plastique qui subit une décomposition selon un processus biologique pendant le compostage, afin de produire du dioxyde carbone (CO<sub>2</sub>), de l'eau, des composés inorganiques et de la biomasse à un taux comparable à celui d'autres matières compostables, et ne produit aucun résidu toxique visible et reconnaissable. (Définition Norme ASTM D6400-99<sup>42</sup>).

Selon les types de polymères, les plastiques biodégradables peuvent être extrudés, soufflés, moulés, moussés, thermoformés ou enduits sur d'autres matières en utilisant l'équipement de traitement existant, lequel ne nécessite souvent que des ajustements mineurs.

Les plastiques biodégradables répondent à des normes élevées de solidité, stabilité, transparence, lustre et souplesse. Ils sont résistants à la lumière, à la chaleur, à la graisse, à l'huile, à la plupart des solvants et à l'eau. Ils constituent aussi une barrière efficace contre les odeurs et peuvent conserver la saveur des aliments. Les plastiques biodégradables peuvent concurrencer ou être utilisés comme complément aux matières traditionnelles comme le *coton*, le papier, le verre, la laine et la soie.

## **9.5 Établissement d'une norme**

La norme D6400-99 d'ASTM, norme pour les plastiques compostables, identifie les produits de plastique qui se décomposent et se biodégradent complètement et de façon sécuritaire lorsqu'ils sont compostés dans une usine municipale ou commerciale.

Selon la norme de l'ASTM, pour qu'une matière ou un produit soit considéré comme compostable, il doit satisfaire à trois critères fondamentaux:

- Il doit se biodégrader en dioxyde de carbone à un taux comparable à celui des résidus de jardinage, restes alimentaires et autres matières compostables ;
- Il doit se désintégrer en de si petits fragments qu'aucune parcelle de plastique ne demeure pour ne pas obstruer l'équipement de filtration; et
- Il doit se décomposer et se biodégrader de façon sécuritaire, ne laissant échapper aucun résidu toxique visible, afin que le compost puisse permettre la croissance des plantes.

En décembre 2000, des organismes de normalisation des États-Unis et de l'Allemagne ont convenu d'adopter des politiques et procédures comparables pour certifier la biodégradabilité des produits de plastique. On prévoit que des ententes semblables avec des organismes de

---

<sup>42</sup> Norme canadienne

certification d'autres pays seront conclues d'ici peu. Ces démarches devraient faciliter le processus de certification pour les fabricants et permettre aux plastiques biodégradables d'accéder à un marché international.

## **9.6 Marchés à créneaux**

Les fabricants de polymères entièrement biodégradables continuent de faire des études de marchés pour de nouveaux produits de consommation qui soient pratiques, rentables et respectueux de l'environnement. Voici quelques exemples d'applications actuelles pour les polymères biodégradables :

- Fils de suture, broches et prothèses chirurgicales. Ces produits biodégradables évitent de devoir réouvrir ou opérer une seconde fois. Lorsqu'ils ne sont plus utiles, les fils se dissolvent et sont métabolisés immédiatement par l'organisme, ne laissant aucune trace.
- Les prothèses dentaires biodégradables, faites de particules poreuses de polymère, servent à remplir rapidement les cavités après l'extraction d'une dent.
- Les textiles tissés ou non-tissés, faits de polymères biodégradables, ont été conçus pour plusieurs usages dans le secteur industriels et institutionnels. Ils sont faciles à fabriquer, supportent les rayons ultraviolets, sont solides et élastiques, et offrent une bonne résistance aux souillures et taches.
- Les produits hygiéniques personnels constituent potentiellement un des plus importants marchés pour les plastiques biodégradables.

Produits agricoles : les paillis et bandes d'ensemencement faits de polymères biodégradables pourraient aussi devenir un important marché. Ces nouveaux outils de «plasticulture» peuvent accroître le rendement et la qualité des récoltes et même prolonger la saison de croissance. Les bandes d'ensemencement contiennent des semences réparties régulièrement ainsi que des nutriments et peuvent être plantées de façon semi-automatique. La bande se biodégrade dans le sol à mesure que la semence germe et s'enracine. Les paillis de plastique sont ensuite utilisés pour favoriser la croissance des jeunes plants au printemps; les paillis contribuent à réduire l'évaporation, conservent l'humidité, accroissent la température du sol et contiennent les semences concurrentes. Les produits de la terre sont ainsi plus propres et moins enclin à se détériorer. Les paillis de plastique conventionnels ne peuvent être retirés avant que les récoltes ne soient terminées, ce qui constitue une opération longue et coûteuse. Un produit réellement biodégradable permettrait d'éliminer cette étape en se mélangeant au sol.

- Applications dans le secteur de la restauration : plusieurs restaurants ont manifesté de l'intérêt pour des programmes visant à composter leurs restes alimentaires. Cependant, un tel programme est difficile à mettre en place si ces déchets sont mélangés aux tasses, assiettes et ustensiles à usage unique. Les tasses, assiettes et ustensiles compostables certifiés et collectés dans des sacs à ordures en plastique biodégradable pourraient être compostés avec les restes alimentaires, serviettes de tables et autres déchets organiques.

### **9.6.1 Avantages et désavantages**

Le coût élevé des polymères biodégradables est le problème le plus souvent invoqué. Bien que le coût de tels polymères soit actuellement de trois à huit fois plus élevé que celui des polymères conventionnels, il pourrait diminuer lorsque la demande sera plus forte. La viabilité d'un marché dépend souvent de ses prix concurrentiels. Par conséquent, en l'absence d'un approvisionnement stable en polymères à prix abordable, les marchés pourraient ne pas se développer ou à tout le moins pas à leur plein potentiel.

Contrairement aux autres types de plastique, les plastiques biodégradables ne sont pas conçus pour durer indéfiniment. Ce qui pose problème à bon nombre d'applications actuelles (revêtement, gaine de câbles, construction, automobile). Outre les applications précitées, seul le secteur de l'emballage pourrait être le créneau d'avenir pour les plastiques biodégradables. Un centre de compostage devrait toutefois être développé ainsi que l'organisation d'une collecte des déchets plastiques biodégradables.

Plusieurs de ces polymères sont encore à l'étape de développement, et même les entreprises qui sont en opération depuis quelque temps ne produisent pas plus de quelques tonnes par année. À mesure que les problèmes de traitement seront résolus et que les technologies de production seront davantage perfectionnées, le prix à l'unité des polymères biodégradables devrait diminuer.

Les préoccupations environnementales constantes à l'égard de la stabilité des sources d'approvisionnement traditionnelles pourraient susciter un intérêt croissant pour les polymères biodégradables. Plusieurs de ces polymères sont en effet produits à partir de matières premières agricoles, comme le sucre dérivé du maïs, le soya, la betterave à sucre et le riz, entre autres.

De plus, plusieurs entreprises de transformation des aliments envisagent de traiter des sous-produits, comme les pelures de pommes de terre et le son de riz blanc provenant des brasseurs de saké japonais, afin de les réacheminer vers la production de divers polymères biodégradables.

Evidemment, les produits biodégradables qui offrent un avantage unique aux consommateurs seront ceux qui connaîtront la plus forte demande.

De surcroît, les associations de l'industrie devraient développer un programme d'étiquetage permettant aux consommateurs de reconnaître et de choisir avec certitude des produits compostables.

Il est aussi important de pouvoir reconnaître les plastiques compostables. Un «logo compostable» distinct devrait être utilisé afin d'aider les consommateurs à reconnaître et choisir des produits de plastique qui sont conformes aux normes (par ex. ASTM). Placé sur le produit, ainsi que sur tout emballage et documentation commerciale qui l'accompagnent, le «logo compostable» identifierait seulement les produits qui se décomposeront de façon satisfaisante dans une usine municipale ou commerciale bien gérée.

L'utilisation de plastiques biodégradables devrait être encouragée, directement ou indirectement, par des programmes gouvernementaux en offrant par exemple des allègements fiscaux aux fabricants de matières alternatives d'emballage, y compris aux entreprises qui font des plastiques biodégradables. Contribuer aux programmes de recherche et développement ou développer des politiques visant à faire la promotion du compostage des matières organiques sont également des actions à entreprendre par les pouvoirs publics.

## **9.7 Conclusion du chapitre**

Les plastiques biodégradables présentent certes l'avantage d'être compostables, encore faut-il respecter les techniques adéquates, sans quoi ces matières ne disparaissent pas.

Un autre problème est lié aux ressources nécessaires à la fabrication des plastiques biodégradables : les matières premières agricoles sont utilisées ; or, ce n'est pas la seule application possible des produits de l'agriculture (biodiesel,...). Le potentiel d'utilisation est de ce fait limité.

Les plastiques biodégradables constituent une alternative pour des produits à courte durée d'utilisation mais ne peuvent remplacer les plastiques « longue durée ».

## 10 Conclusions générales

Des trois premiers chapitres, il faut retenir que le plastique en fin de vie a une valeur pouvant être récupérée par le recyclage (mécanique ou chimique) ainsi que procédé thermique. Cependant, il s'avère que les moyens mis en œuvre pour y parvenir peuvent certainement être améliorés au vu des quantités encore mises en décharge ou incinérées (sans récupération énergétique !)

L'objet de ce travail n'était cependant pas d'approfondir l'analyse de cycle de vie (ACV) des plastiques, ni même de se prononcer sur les différents types de valorisation des déchets plastiques. Nous avons toutefois évoqué le concept en retenant l'attention du lecteur sur le caractère critiquable des ACV : l'interprétation des données, les prises de position, les hypothèses retenues... peuvent rendre les résultats parfois fort contradictoires.

A travers les chapitres suivants, certaines conclusions peuvent être tirées (au niveau européen) :

1. Certains secteurs d'activité, utilisant des quantités non négligeables de plastiques, sont loin de garantir une gestion intégrée de leurs produits. Pensons aux secteurs des appareils électroniques et électriques, de l'automobile et de la construction. Bien qu'ils ne représentent que 11% du gisement des déchets plastiques, ces trois secteurs ne faisaient, encore en 2000, pratiquement aucun effort de valorisation de leurs déchets plastiques : 90% étaient incinérés ou mis en décharge. Notons cependant que pour le secteur de l'automobile, il règne, à quelques exceptions près, un intérêt de valorisation pour toutes les matières sauf pour les plastiques. La faible rentabilité par rapport aux autres matériaux et le manque de clarté dans les possibilités de débouché en sont les causes principales.
2. Le secteur de l'emballage fait l'objet de plus d'attention. A raison puisqu'il représente 43% du plastique consommé avec pour principale caractéristique une courte durée d'utilisation (ce qui se traduit par la conversion rapide en gisement de déchets). Il y a, certes, déjà des avancées significatives dans ce secteur (prévention, responsabilité des producteurs, programme de collecte et de tri,...) mais il existe néanmoins une tendance dans certains pays à vouloir privilégier la récupération énergétique aux techniques de recyclage.
3. Les bouteilles en PET (et les flacons HDPE) font néanmoins l'objet de collecte en vue de leur recyclage mécanique dans plusieurs pays, dont la Belgique. La reconnaissance aisée de ces produits permet de les récupérer par tri manuel et de ce fait, il n'est pas nécessaire d'investir dans des systèmes de tri automatique (souvent coûteux). Notons néanmoins qu'il sera impossible d'augmenter de manière significative les taux de recyclage (en élargissant le gisement visé) sans investissement. Si le choix est fait de ne pas investir, il est impératif de valoriser les déchets d'emballage plastique par voie thermique, par exemple en les mélangeant avec les autres déchets ménagers. Le plastique permet d'augmenter le pouvoir calorifique de la charge de l'incinérateur. La contribution du plastique est cependant limitée car le débit de l'installation est lié au pouvoir calorifique qu'elle est à même de libérer lors de l'incinération. Trop de plastiques dans l'incinérateur entraînent une diminution du volume de déchets brûlé par unité de temps. Prenons l'exemple de Bruxelles : une première partie des déchets d'emballage (bouteilles et flacons) plastiques est recyclée ; une autre partie se trouve mélangée avec le reste des déchets ménagers (sacs blancs) et est valorisée par combustion dans l'incinérateur ; et une troisième est constituée de déchets plastiques écartés lors du tri (films souples, housse, sachets,...). Il est fort probable que cette dernière n'est pas (ou peu)

valorisée<sup>43</sup>. Plus de transparence au niveau des organismes gestionnaires (tel FOST Plus) permettrait de comprendre les enjeux de manière précise. Il faut dès lors prévoir des installations spécialement dimensionnées pour les plastiques. Ce qui de nouveau nécessite un investissement...

4. Le résultat de la valorisation des emballages est fort contrasté à travers l'Europe suivant les systèmes de récupération et de valorisation mis en place. Les chiffres disponibles en 1997 montre une grande disparité entre les pays (valorisation entre 1 et près de 50% du gisement).
5. Le PVC fait ici exemple d'exception par le fait que de nombreux projets de collecte et de recyclage se développent à travers l'Europe. On peut aussi remarquer que le PVC a une plus faible valeur énergétique par rapport aux autres matières plastiques et que, de ce fait, il semble plus intéressant de le recycler. Cette allégation s'ajoute évidemment à celle affirmant que l'incinération du PVC est source de pollutions fortement nuisible à l'environnement (production de dioxines). L'industrie du PVC nous indique qu'il est possible d'améliorer continuellement les techniques de collectes, de tri et de recyclage et d'élargir la fraction des déchets valorisables. Les producteurs de plastiques (excepté le PET<sup>44</sup>) devraient financer des études afin de découvrir de nouvelles techniques permettant le développement de la valorisation des déchets plastiques en général et de leur recyclage en particulier.
6. Seul la volonté d'investir et d'innover mènera au succès croissant du recyclage. Pour cela, il faut impliquer tous les acteurs intervenant dans le cycle de vie des produits, en veillant à ce que tous soient bénéficiaires.

### **Qu'est il possible de faire en Région Bruxelloise ?**

Tout d'abord, il est important de cerner le contexte bruxellois. La consommation des matières plastiques est essentiellement attribuable au secteur résidentiel (domestique) et tertiaire puisque la région compte 200.000 bâtiments dont 30.000 sont consacrés aux bureaux. Le gisement de déchets plastiques à Bruxelles est principalement constitué d'emballages, produit E&E, déchets de construction et automobiles. Les secteurs industriel et agricole y sont très peu (pas) représentés.

Le gisement de déchets plastiques annuel est ainsi estimé à 15 kt<sup>45</sup> et est caractérisé par une abondance de déchets d'emballages. Si on estime à 50 GJ/t la teneur énergétique des déchets plastiques (vision conservatrice), ce gisement correspond à près de 90.000 tep, soit 4% de la consommation énergétique bruxelloise en 2001<sup>46</sup>. Le taux de recyclage (des emballages) est estimé à 25% (recyclage mécanique) et la partie incinérée avec récupération thermique est indéterminée. Il ne nous est pas loisible d'évaluer avec précision la valorisation globale des déchets d'emballage en Région Bruxelloise. Il semble cependant qu'il reste un important potentiel non exploité.

Les flux de déchets d'emballage, par exemple, devraient faire l'objet d'une étude détaillée afin de déterminer les mesures à mettre en œuvre pour une valorisation optimale (niveau économique, social et environnemental) et d'évaluer les produits pouvant être recyclés ou

---

<sup>43</sup> Il ne nous a pas été possible d'accéder aux données permettant cette conclusion. Cela reste donc une supposition.

<sup>44</sup> L'organisation PETCORE a été fondée en 1994 pour promouvoir le recyclage des matières plastiques en PET à travers l'Europe.

<sup>45</sup> Chiffre de 2000 – moyenne belge par habitant multipliée par le nombre d'habitant en Région bruxelloise

<sup>46</sup> Cfr. Bilan énergétique de la RBC en 2001– IBGE 2002

incinérés (étude multicritère) en tenant compte des technologies existantes, de leur coût et du contexte bruxellois.

Le tertiaire (bureaux), quant à lui, devrait être impliqué dans la collecte des déchets plastiques car la consommation de bouteilles et flacons plastiques (et autres déchets valorisables) représente peut-être un gisement non-négligeable. A l'heure actuelle, aucune donnée ne permet d'évaluer ce gisement. De nouveau, l'augmentation des déchets à collecter et trier impliquerait peut-être une surcharge non-maîtrisable pour les organismes impliqués dans la gestion des déchets.

En ce qui concerne la construction, les déchets plastiques sont principalement disposés dans des parcs à conteneurs sans séparation spécifique entre les différents matériaux. Pourtant, les plastiques de la construction sont souvent des mono-plastiques ayant une valeur économique intéressante. Le potentiel des déchets de la construction est loin d'être épuisé puisqu'il y a un décalage temporel entre l'utilisation et la mise en décharge de plusieurs dizaines d'années<sup>47</sup>. Le gisement n'est donc pas encore à son optimum. Il est cependant plus que temps de prévoir cette évolution et d'anticiper la gestion des déchets de construction. La Région Bruxelloise projette de lancer un projet à travers l'ACRR, en partenariat avec le secteur du plastique en vue de rechercher et de promouvoir la collecte et le recyclage de déchets plastiques provenant des bâtiments (programme LIFE de l'UE). Ce projet est certes une étape primordiale, sa réalisation est cependant conditionnée au financement de l'Union Européenne...

Pour le secteur de l'automobile, le système « closed loop » permet d'utiliser certaines parties du véhicule afin d'en produire d'autres. Il serait intéressant de continuer le lobby auprès des constructeurs pour qu'à l'avenir, les véhicules puissent adhérer à ce système. Entre temps, le gisement de plastique issu de ce secteur ne cesse de croître. Il faut profiter de l'obligation de reprise des véhicules en fin de vie pour récupérer le gisement de déchets plastiques inhérent. En effet, il n'existera que quelques centres agréés (entre 15 et 20 en Belgique) qui auront pour tâche de valoriser les déchets. Les plastiques sont les matières les moins intéressantes pour les opérateurs mais le gisement peut être connu avec précision, de même que sa composition. Une étude devrait facilement permettre d'évaluer la technologie la mieux adaptée pour la valorisation de ces déchets plastiques (recyclage mécanique, chimique ou valorisation thermique avec traitement spécifique des fumées).

Les mêmes arguments peuvent être utilisés pour le secteur des appareils E&E puisque Recupel a l'obligation de les collecter et de les valoriser (le plastique est là aussi moins intéressant par rapport à d'autres matières issus de ces déchets). Mais le gisement est facilement accessible.

Le vrai challenge, encore une fois, réside dans la création d'une collaboration entre l'industrie automobile (et E&E) et leurs fournisseurs de matières (pièces) plastiques. Collaborer en vue de développer de nouveaux assemblages permettant un démantèlement et un recyclage aisé contribuera certainement à l'élaboration d'une politique intégrée des produits.

Notons une dernière fois que lorsqu'il est impossible de générer des matières résiduelles relativement propres ou de garantir des approvisionnements adéquats en plastiques résiduels pour faire en sorte que le recyclage soit pratique et économique, la valorisation énergétique et le recyclage des matières premières (recyclage chimique) sont des options viables et se doivent d'être envisagées.

---

<sup>47</sup> L'utilisation du plastique dans le bâtiment a réellement connu une croissance à partir de 1965. Depuis, la consommation dans ce secteur n'a cessé de croître.

## 11 Liste de symboles et abréviations

Liste des symboles	
Mt	Mega tonne (10 <sup>6</sup> tonnes)
GJ	Gigajoule (10 <sup>9</sup> Joules)
t	Tonne
kt	Kilo tonnes (10 <sup>3</sup> tonnes)

Liste des abréviations	
PE	Polyéthylène
Pehd/ HDPE	Polyéthylène haute densité
PVC	Polyvinyle de chlorure
PET	Polyéthylène terephthalate
PP	Polypropylène
PS/EPS	Polystyrène
PA	Polyamide
PU/PUR	Polyuréthane
LDPE (LLDPE)	Polyéthylène faible densité
APME (AMPE)	Association of Plastics Manufacturers in Europe
BTF	Back to feedstock recycling
BTM	Back to Monomer recycling
BTP	Back to Polymer recycling
CSEMP	Chambre Syndicale des Emballages en Matière Plastique (France)
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
E&E	Secteur électrique et électronique
GES	Gaz à Effet de Serre
PME	Petites et Moyennes Entreprises
PIP	Politique Intégrée des Produits
RBC	Région de Bruxelles Capitale
DEEE	Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques
IBGE	Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
UE	Union Européenne
SPMP	Syndicat des producteurs de matières plastiques (France)
OFEFP	Office suisse de l'environnement
IVCIE	Commission Interrégionale d'Emballages
ACI	Accord de Coopération Interrégional
PMC	Plastiques, Métaux, Cartons

ECVM	European Council of Vinyl Manufacturers
PNEC	Predicted no-effect concentrations
DBP	Phtalate de dibutyle
ECPI	European Council for Plasticisers and Intermediates
DEHP	Phtalate de di(2-éthylhexyle)
DINP	Phtalate de diisononyle
DIDP	Phtalate de diisodécyle
BBP	Phtalate de butyl benzyle
ESPA	European Stabilisers Producers Association
EuPC	European Plastics Converters
TEPPFA	Association sectorielle de l'EuPC pour les tubes et raccords
ESWA	Association sectorielle de l'EuPC pour les membranes d'étanchéité
AfDR	Arbeitsgemeinschaft für PVC-Dachbahnen-Recycling
EPFLOOR	Association sectorielle de l'EuPC pour les revêtements de sol en vinyle
EPCOAT	Syndicat sectoriel de l'EuPC pour les tissus enduits
ACRR	Accord de Partenariat avec l'Association des villes et régions pour le recyclage
C&D	Secteur de la construction et de la démolition
EuPR	European Plastics Recyclers
VHU	Véhicule Hors d'Usage
PPO	Oxyde de polyphénylène
APC	American Plastics Council
HIPS	High Impact PS

## 12 Liste des tableaux

Tableau 2-1 Evolution de la production mondiale de matériaux - Source: SPMP (Syndicat des producteurs de matières plastiques)	8
Tableau 2-2 Principaux thermoplastiques [38].	9
Tableau 2-3 Exemples de compatibilité chimique – Source : [38]	11
Tableau 2-4 Volume de production des principaux types de plastiques – Source : APME 2002	12
Tableau 3-1 Consommation énergétique et quantité CO <sub>2</sub> émise de l'extraction de matière première jusqu'au produit fini pour plusieurs types de plastiques [7].	14
Tableau 4-1 Economie d'énergie et réduction des émissions de CO <sub>2</sub> pour différents types de plastiques [7].	21
Tableau 4-2 Le pouvoir calorifique des déchets d'emballage. Source: Centre national du recyclage [38]	22
Tableau 4-3 Taux de recyclage mécanique par pays [9].	26
Tableau 6-1 Recyclage des matières plastiques. "L'image et la réalité." [38]	37
Tableau 6-2 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas du Danemark, la Finlande et la Suède [20].	38
Tableau 6-3 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de la Grèce et du Portugal [20].	38
Tableau 6-4 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas du Royaume Uni [20].	39
Tableau 6-5 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de l'Irlande [20].	39
Tableau 6-6 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas des Pays-Bas [20].	39
Tableau 6-7 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de la Belgique, la France, le Grand-Duché de Luxembourg et l'Italie [20].	39
Tableau 6-8 Taux de recyclage pour les emballages plastiques: le cas de l'Allemagne, l'Autriche et l'Espagne [20].	40
Tableau 6-9 Quantité et la contribution des plastiques collectées par FostPlus [22].	43
Tableau 6-10 Quantité et contribution des autres matériaux collectés par FostPlus [22].	43
Tableau 6-11 Composition en pourcentage du PMC.	44
Tableau 6-12 Personnes employées pour la collecte et le tri des PMC.	45
Tableau 6-13 Composition du marché des plastiques en Belgique.	46
Tableau 6-14 Composition du marché des "autres plastiques" en Belgique	46
Tableau 6-15 Types d'emballages	47
Tableau 6-16 Répartition emballages souples versus rigides	48
Tableau 7-1 Production européenne de stabilisants [49]	57
Tableau 8-1 variétés de plastiques agricoles - Source: Comité des plastiques en agriculture - France	66
Tableau 8-2 Variétés de plastiques utilisés dans le secteur automobile – Source : EUPC	67
Tableau 8-3 Valorisation des déchets automobiles, résultat 2002 – Source : Febelauto	70

## 13 Liste des graphiques

<i>Graphique 2-1 Répartition des thermoplastes [6].</i>	13
<i>Graphique 2-2 Répartition des thermodurcissables [6].</i>	13
<i>Graphique 3-1 Répartition de la consommation de plastiques entre les différents secteurs [6].</i>	17
<i>Graphique 3-2 Répartition de la production de déchets plastiques entre les différents secteurs [6].</i>	18
<i>Graphique 4-1 Potentiel d'économie de CO<sub>2</sub> et d'énergie pour les différents types de traitement de déchets plastiques [7].</i>	20
<i>Graphique 4-2 Répartition des plastiques collectés entre les différentes filières (tous secteurs confondus) [6].</i>	22
<i>Graphique 4-3 Répartition des filières des plastiques collectés pour chaque secteur. Source : APME (année 2000)</i>	24
<i>Graphique 4-4 Recyclage des plastiques, Europe Occidentale 1989 - 2005. Source : APME (année 2000)</i>	25

## 14 Liste des schémas

<i>Schéma 8-1 Schéma de broyage des véhicules en fin de vie [21]</i>	70
<i>Schéma 8-2 Diagramme « Recafuta » – Source : Febelauto</i>	71

## 15 Bibliographie

### Références bibliographiques

- [ 1 ] R.W. BEK (Octobre 2002), National Post-Consumer Plastics Recycling Report; Inc.
- 
- [ 2 ] A material of choice in building and construction - Plastics consumption and recovery in Western Europe 1995 – AMPE
- 
- [ 3 ] A material of choice in for the automotive industry - Insight into consumption and recovery in Western Europe; Plastics; AMPE, Eté 1999.
- 
- [ 4 ] A material of innovation for the electrical and electronical industry - Insight into consumption and recovery in Western Europe 2000; Plastics; AMPE, Eté 2001.
- 
- [ 5 ] A review of Automated Technology to Sort Plastic & Other Containers; étude commandée par “Environment and Plastics Industry Council” et “Corporations Supporting Recycling”; réalisée par Bob Graham, Entec Consulting Ltd, Mars 2003.
- 
- [ 6 ] An analysis of plastics consumption and recovery in Western Europe 2000 - AMPE; Printemps 2002.
- 
- [ 7 ] Assessment of Plastic Recovery Options; étude commandée par le Bureau Européen de l'Environnement; étude réalisée par Volrad Wollny et Martin Schmied, Mars 2000.
- 
- [ 8 ] Automotive identification and sorting of plastics from different waste streams - a Status Report, APME Technical Report, 1998.
- 
- [ 9 ] Best practices for the mechanical recycling of post-user plastics - TNO Institute of Industrial Technology, The Netherlands, TNO-report 00 PO 891 HDG, Février 2000 (étude commandée par AMPE)
- 
- [ 10 ] Bilan environnemental sur les filières de recyclage: l'état des connaissances ACV; co-édition ADEME / BIO Intelligence Service, Mai 2002.
- 
- [ 11 ] Cost-Efficiency of Packaging Recovery Systems, The Case of France, Germany, The Netherlands and the United Kingdom, Final Report; par Taylor Nelson Sofres, pour la Commission des Communautés Européennes - DG Entreprise, Février 2000.
- 
- [ 12 ] Déchets ménagers: leviers d'améliorations des impacts environnementaux; étude réalisée par Eco-Emballages et ADEME; Octobre 2001.
- 
- [ 13 ] Directions for Recycling Plastics and Managing Plastics Residues; étude réalisée par Environment and Plastics Industry Council, Mars 2002.
- 
- [ 14 ] Eco-efficiency of recovery scenarios of plastic packaging; étude réalisée par P.G. Eggels, A.M.M. Ansems et B.L. van der Ven; pour AMPE; TNO Environment, Energy and Process Innovation, TNO-report R 2001/119, Juillet 2001.
- 
- [ 15 ] Eco-profiles of plastics and related intermediates - methodology; AMPE, Avril 1999.
- 
- [ 16 ] Engagement Volontaire de l'industrie du PVC - Etat d'avancement à mars 2001; ECVI, EuPC, ESPA, ECPI, mars 2001.
- 
- [ 17 ] Eurobaromètre 58.0; les attitudes des Européens à l'égard de l'environnement; par The European Opinion Research Group; pour La Direction Générale Environnement; géré et organisé par Le Service de Presse et de Communication Unité "Analyse de l'Opinion Publique", décembre 2002.
- 
- [ 18 ] European Packaging Waste Management Systems - Main Report - Final Report; par ARGUS, ACR et Carl Bro; pour la Commission Européen DGXI.E.3, Février 2001.
- 
- [ 19 ] Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive 94/62/EC; RDC-Environment & Pira International, Mars 2003
-

- [ 20 ] Extension de la fraction plastique collectée par FOST Plus - Analyse des conséquences d'une éventuelle extension du scénario de collecte, tri et recyclage; étude à la demande de la Commission Interrégionale de l'Emballage; FOST Plus, Mars 2001.
- 
- [ 21 ] Febelauto; Rapport annuel 2002 febelauto, Avril 2003.
- 
- [ 22 ] FOST Plus, Faits & Chiffres 2002 - Rapport d'activités 2002; FOST Plus, 2003.
- 
- [ 23 ] A service of McLaren/Hart; étude réalisée par Franklin Associates pour American Plastics Council and Environment and Plastics Industry Council of the Canadian Plastics Industry Association, Février 2000.
- 
- [ 24 ] Hannequart Jean-Pierre; Gestion des déchets; ULB Syllabus du cours, 2002.
- 
- [ 25 ] Identiplast. International Conference and Exhibition on the automatic identification, sorting and separation of plastics; AMPE Technical Report, 1999.
- 
- [ 26 ] Ipec; Différents plastiques pour différentes applications; Nouvelles et Idées, édition spéciale, Juillet 2001.
- 
- [ 27 ] Ipec; Gestion des plastiques dans les appareils électroniques en fin de vie utile; Nouvelles et Idées, édition spéciale, Avril 2003.
- 
- [ 28 ] Ipec; La réduction de notre empreinte environnementale; Nouvelles et Idées, édition spéciale, Novembre 2000.
- 
- [ 29 ] Ipec; Le modèle de gestion intégrée des matières résiduelles; Nouvelles et Idées, édition spéciale, Décembre 2002.
- 
- [ 30 ] Ipec; Les emballages et l'environnement; Nouvelles et Idées, édition spéciale, Juillet 2002.
- 
- [ 31 ] Ipec; Nouvelles et Idées, Volume 10, Numéro 1, Mars 2003.
- 
- [ 32 ] Ipec; Nouvelles et Idées, Volume 10, Numéro 2, Juin 2003.
- 
- [ 33 ] Ipec; Nouvelles et Idées, Volume 9, Numéro 4, Décembre 2002.
- 
- [ 34 ] Ipec; Une nouvelle vague de plastiques biodégradables s'empare des marchés à créneau; Nouvelles et Idées, édition spéciale, Mai 2001.
- 
- [ 35 ] La gestion des emballages plastiques ménagers usagés en France; Valorplast S.A., 1999.
- 
- [ 36 ] Les déchets et l'industrie chimique; La Chimie et vous, N° 8; publication de la Fédération des Industriels Chimiques de Belgique, Mars 1995.
- 
- [ 37 ] Les plastiques ... irremplaçables!; La Chimie et vous, N° 11; publication de la Fédération des Industriels Chimiques de Belgique, Octobre 1996.
- 
- [ 38 ] Les techniques de recyclage et de valorisation des déchets ménagers et assimilés; Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques; 1999.
- 
- [ 39 ] Livre Vert - Problèmes environnementaux du PVC; Commission des Communautés Européennes, Juillet 2000.
- 
- [ 40 ] Mechanical separation of mixed plastics from household waste and recovery in a pulverised coal-fired power station, AMPE Technical Report, 2000.
- 
- [ 41 ] Packaging Waste Recovery in the United Kingdom - Do tradable certificates solve the ecological and economic problems of packing waste recovery?; Prof. Dr. Volrad Wollny, Mainz Technical College, 2002.
- 
- [ 42 ] Plastics Recovery from Waste Electrical & Electronic Equipment in Non-Ferrous Metal Processes; AMPE Technical Report, 2000.
- 
- [ 43 ] Proposal for an opportunity analysis - performant colored PVC compounds originating from the VINYLOOP PROCESS; étude réalisée par IXAS Conseil, commandée par SOLVAY; Juillet 2002.
- 
- [ 44 ] Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements

Climatiques, 11 décembre 1997.

- 
- [ 45 ] PVC Recovery Options, Environmental and Economic System Analysis; étude réalisée par PE Europe GmbH - Life Cycle Engineering; commandée par VINYL 2010;, Avril 2003.

---

  - [ 46 ] Recycling and Recovery of Plastics from Packaging in Domestic Waste. LCA - type analysis of different strategies; Fraunhofer Institut Verfahrenstechnik und Verpackung; publié par Eco-Inforna Press, 1999.

---

  - [ 47 ] Synthèse des résultats de l'enquete publique - Plan déchets 1998 - 2002; IBGE, 1998.

---

  - [ 48 ] The Green Dot and its Benefit for the Environment - Life Cycle Analysis of Scenarios for the Future; étude commandée par Duales System Deustland AG; Oko - Institut e.V., Mars 2002.

---

  - [ 49 ] Vinyl 2010; Développement Durable: Etat d'avancement 2003, Avril 2003.
- 
- 

### **Références Internet**

- 
- [ 50 ] [www.americanplasticscouncil.org](http://www.americanplasticscouncil.org)

---

  - [ 51 ] [www.ampe.org](http://www.ampe.org) - Environmental challenges; AMPE, 2001.

---

  - [ 52 ] [www.ampe.org](http://www.ampe.org) - Plastics Packaging - Life after use; AMPE.

---

  - [ 53 ] [www.ampe.org](http://www.ampe.org) - The market - Plastics packaging figures; AMPE

---

  - [ 54 ] [www.bls.fr](http://www.bls.fr).- Comment faciliter le recyclage?

---

  - [ 55 ] [www.eupc.org](http://www.eupc.org) - Plastics for agriculture - Proper use of plastics would help to bring about more efficient farming; Antoine, PlastEuroFilm.

---

  - [ 56 ] [www.eupc.org](http://www.eupc.org) - The European market for plastics automotive components; Claude Thibaut de Maisières, EuPC Automotive Strategic Committee

---

  - [ 57 ] [www.eupc.org](http://www.eupc.org) - The European markets for plastics building products; Joachim Eckstein, EuPC B&C Strategic Committee

---

  - [ 58 ] [www.febelauto.be](http://www.febelauto.be)

---

  - [ 59 ] [www.fostplus.be](http://www.fostplus.be)

---

  - [ 60 ] [www.plastics.ca/epic](http://www.plastics.ca/epic) - Regard neuf sur les choix de gestion des emballages de plastique - Rapport technique sommaire; IPEC

---

  - [ 61 ] [www.plastics.ca/epic](http://www.plastics.ca/epic). - Réduire les gaz à effet de serre grâce à une gestion intelligente des matières résiduelles - Rapport technique sommaire; IPEC.

---

  - [ 62 ] [www.plasticsresource.com](http://www.plasticsresource.com)

---

  - [ 63 ] [www.produitsrecycles.com/recyclage/frame\\_recyclage.html](http://www.produitsrecycles.com/recyclage/frame_recyclage.html)

---

  - [ 64 ] [www.valorplast.com](http://www.valorplast.com)

## 16 Annexes

Annexe 1 :	Extrait de l'étude « Eco-efficiency of recovery scenarios of plastic packaging » TNO 2001
Annexe 2:	Executive Summary of "PVC Recovery Options, Environmental and Economic System Analysis" – Etude réalisée par PE Europe GMBH, 2003
Annexe 3	Executive Summary of "Evaluation of costs and benefits for the achievement of reuse and recycling targets for the different packaging materials in the frame of the packaging and packaging waste directive 94/62/EC" – Etude réalisée par RDC Environment, 2003
Annexe 4	Extrait de l'étude "Assessment of Plastic Recovery Options" réalisée par EEB, 2000
Annexe 5	Vinyl 2010 –« L'engagement volontaire de l'industrie du PVC »
Annexe 6	L'accord de coopération concernant la prévention et la gestion des déchets d'emballages.

Ces annexes illustrent certains points de l'ouvrage réalisé.