



Cercle National du Recyclage

**LES
EMBALLAGES
PLASTIQUES :**

**DE LA FABRICATION
A LA VALORISATION**

Dossier

Avril 1999

LES EMBALLAGES PLASTIQUES : **DE LA FABRICATION A LA VALORISATION**

INTRODUCTION

I. LES MATIERES PLASTIQUES : PRESENTATION, FABRICATION ET TRANSFORMATION

1. Définition des matières plastiques	6
2. Les polymères	6
3. Les propriétés des polymères	7
4. Fabrication et transformation	10
4.1. Le raffinage et le vapocraquage	10
4.2. Les réactions de polymérisation	10
4.3. Les adjuvants	11
4.4. Les transformations ou mises en forme	12

II. LES EMBALLAGES PLASTIQUES : DONNEES ECONOMIQUES ET GISEMENTS

1. Historique et situation actuelle	13
2. Le secteur de l'emballage plastique	14
3. Des emballages aux déchets d'emballages	15



III. DES DECHETS D'EMBALLAGES VALORISABLES AUX PRODUITS RECYCLES

1. La valorisation des déchets d'emballages plastiques	16
1.1. Les déchets d'emballages ménagers (DEM) plastiques	16
1.2. Des résultats de valorisation contrastés	17
2. La valorisation du gisement plastique à la charge des collectivités	18
2.1. La valorisation énergétique	18
2.2. La valorisation matière	19
2.2.1. <i>Tri, régénération, recyclage : les étapes pour une seconde vie</i>	19
2.2.2. <i>Les difficultés de recyclage liées à la présence d'impuretés</i>	20
2.2.3. <i>Des solutions industrielles au service du recyclage des DEM plastiques</i>	23
2.2.4. <i>Les Prescriptions Techniques Minimales (PTM) : un cahier des charges industriel applicable aux déchets ménagers</i>	24
2.2.5. <i>Pour une meilleure prise en compte des attentes des collectivités locales</i>	28

IV. EVOLUTIONS ET PERSPECTIVES

1. Les voies nouvelles de recyclage	30
1.1. L'expérimentation RECYPLASTURGIE	30
1.2. Le recyclage des plastiques en mélange	32
1.3. La valorisation chimique	34
1.3.1. <i>Le procédé Trédi</i>	34
1.3.2. <i>Le procédé TBI</i>	34
2. De nouvelles matières en perspective	35
3. Une législation en évolution	36
4. La levée des freins à l'utilisation de matière plastique recyclée	37
4.1. Une activité économique à créer	37
4.2. Mieux identifier le rôle joué par les normes	38
4.3. Deux opérations fortes de développement	38
4.3.1. <i>Du recyclé dans l'emballage</i>	38
4.3.2. <i>Une promotion durable des produits recyclés</i>	39

CONCLUSION

GLOSSAIRE

LES ACTEURS



INTRODUCTION

Plus récentes que le verre, les métaux ou les papiers-cartons, les matières plastiques ont su toutefois prendre en quelques années une part non négligeable dans tous les secteurs d'activités : bâtiment, emballage, électricité et électronique, transport, biens de consommation, etc.

Part importante de la consommation de matières plastiques, les emballages représentent également, au travers de la gestion de leur fin de vie, le secteur dans lequel les collectivités locales sont le plus impliquées.

A mi-chemin de l'échéance de 2002, les matières plastiques restent encore aujourd'hui lanterne rouge dans le défi du recyclage. C'est pourquoi, il semblait pertinent voire nécessaire de présenter, au travers de ce dossier, l'ensemble de la problématique actualisée des déchets d'emballages plastiques et de leur valorisation afin d'en dégager les voies de développement.

Destiné aux élus et aux techniciens, ce dossier dresse un état des lieux des déchets d'emballages plastiques à la charge des collectivités locales: de la fabrication de ces emballages aux différentes possibilités de valorisation, et plus particulièrement de recyclage, des déchets qui en sont issus.

La présentation liminaire des matières plastiques et de leurs propriétés permet une meilleure appréhension de la problématique générale des emballages plastiques et de leur fin de vie. La situation chiffrée du secteur donne ensuite l'ampleur de la présence de ces matériaux dans les emballages et, par suite, dans les déchets d'emballages ménagers. Puis, les différentes voies de valorisation sont abordées : valorisation énergétique et valorisation matière. Collectivités, régénérateurs et recycleurs, sociétés agréées et filière : les considérations et les attentes de l'ensemble des acteurs impliqués dans la récupération et le recyclage des déchets d'emballages ménagers plastiques y sont particulièrement examinées. Enfin, les évolutions et les perspectives attendues sont présentées sous différentes rubriques comme la législation ou la levée des freins à l'utilisation de matière recyclée.

Au travers de ce dossier, un éclairage est donné sur l'ensemble des réflexions relatives à la fabrication et la valorisation des emballages plastiques. Egalement état des lieux du recyclage des déchets d'emballages ménagers (DEM) plastiques, ce dossier peut être une base de travail pour envisager de nouveaux axes de développement vers une plus grande utilisation des matériaux plastiques récupérés.



**I. LES MATIERES PLASTIQUES :
PRESENTATION, FABRICATION ET TRANSFORMATION**

1. Définition des matières plastiques

« Matière plastique, le plastique : *n.m. Matière synthétique constituée de macromolécules et qui peut être moulée ou modelée.* »

(définition du Petit Robert)

Sous la désignation « plastique » figurent aujourd'hui de nombreux objets aussi différents qu'une bouteille d'eau, une gouttière, un sac poubelle ou des fleurs artificielles.

Cette énumération d'objets pourrait être encore élargie puisque les matières plastiques ne représentent qu'une partie des matériaux macromoléculaires encore appelés **polymères**. Ainsi, les tissus synthétiques (Nylon, polyesters, acryliques, ...), le revêtement en Téflon® des ustensiles de cuisine ou les colles et peintures font également partie des matériaux rassemblés sous la dénomination « polymères ».

2. Les polymères

Les polymères sont des matériaux composés de très longues chaînes (**macromolécules**), elles-mêmes formées de molécules élémentaires (**monomères**) assemblées entre elles. Ces chaînes sont principalement constituées d'atomes de carbone sur lesquels sont fixés des éléments comme l'hydrogène ou l'oxygène. D'autres éléments, notamment le chlore, l'azote ou le fluor, peuvent encore intervenir dans la composition de la chaîne.

Trois grandes familles de polymères peuvent être distinguées : les thermoplastiques, les thermodurcissables et les élastomères.

• **Les thermoplastiques**

Les polymères composés de chaînes macromoléculaires linéaires ou avec ramifications sont désignés sous le terme thermoplastiques.

Sous l'effet de la chaleur, les chaînes de ces polymères glissent les unes par rapport aux autres. Le polymère se ramollit, peut se déformer et être mis en forme. Après refroidissement, la forme donnée est figée. Cette opération peut être répétée : à nouveau chauffé, le polymère redevient malléable et peut être remis en forme. Exclusivement possédée par les polymères thermoplastiques, cette caractéristique permet la recyclabilité de ces matières.

Dans cette catégorie se trouvent les polymères suivants :

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - le polycarbonate : PC (verre organique) - les polyamides : PA (Nylon) - les styréniques : PS, PSE | <ul style="list-style-type: none"> - les polyoléfines : PE, PP - les vinyliques : PVC - ...¹ |
|---|--|

¹ Cf. GLOSSAIRE p.41.



• **Les thermodurcissables**

Les polymères réticulés (contenant des noeuds entre les chaînes macromoléculaires) ou en réseau constituent les thermodurcissables.

A l'inverse des thermoplastiques, la mobilité thermique est réduite. Plus la température est élevée, plus les chaînes tridimensionnelles se figent ; les liaisons ou noeuds se renforcent. L'opération est irréversible. Le polymère se rigidifie dès la première transformation jusqu'à se dégrader si la température continue d'augmenter.

Dans cette catégorie se trouvent les polymères suivants :

- les phénoplastes (*Bakélite*[®])
- les polyuréthannes : PU
- les polyépoxydes (*Araldite*[®])
- les silicones
- ...²

• **Les élastomères**

Les élastomères sont caractérisés par leur grande déformabilité (6 à 8 fois leur longueur initiale).

Ils sont obtenus à partir de polymères linéaires caractérisés par des liaisons extrêmement faibles. Ces polymères sont donc des liquides très visqueux. Pour être utilisés comme caoutchouc, des liaisons pontales (noeuds de réticulation) doivent être introduites entre les chaînes, conférant ainsi aux matériaux une structure tridimensionnelle qui assure la réversibilité de la déformation mécanique. Les noeuds de réticulation sont introduits par une réaction chimique appelée vulcanisation après la mise en forme du matériau.

Dans cette catégorie se trouvent les polymères suivants :

- le polyisoprène : NR (*caoutchouc naturel*)
- le polychloroprène (*Néoprène*)
- le polyisoprène de synthèse : IR
- les polysiloxanes (*silicones*)
- ...²

3. Les propriétés des polymères

Le développement de l'utilisation des matières plastiques dans tous les secteurs d'activités s'explique par le fait que les polymères sont, par leurs propriétés, en parfaite adéquation avec les applications envisagées ; chaque polymère ayant des propriétés qui lui sont propres. Les matières plastiques ont su se substituer à d'autres matériaux car :

- leur densité est faible (légèreté) ;
- leur coût est peu élevé ;
- leurs performances sont notables surtout si elles sont ramenées à leur unité de masse ;
- leur facilité de mise en œuvre permet des cadences élevées et des géométries complexes.

Le tableau ci-après regroupe les principales caractéristiques des polymères de grande diffusion (exclusivement des thermoplastiques) et les applications qui en découlent :

² Cf. GLOSSAIRE p.41.



PROPRIETES	APPLICATIONS
------------	--------------

PEbd (Polyéthylène basse densité)															
<p><i>Barrière vapeur d'eau</i> <i>Inertie chimique</i> <i>Transparence</i> <i>Souplesse</i> <i>Moulabilité</i> <i>Déchirabilité</i> <i>Flexibilité</i> <i>Très bonne étirabilité</i> <i>Toucher</i></p>	<table border="0"> <tr> <td>Bâches de protection</td> <td>Gainage électrique</td> </tr> <tr> <td>Barquettes</td> <td>Jouets</td> </tr> <tr> <td>Couvertures de piscines</td> <td>Palettes de manutention</td> </tr> <tr> <td>Films à bulle</td> <td>Sacs congélation</td> </tr> <tr> <td>Films alimentaires</td> <td>Sacs de supermarchés</td> </tr> <tr> <td>Films d'étanchéité</td> <td>Sacs poubelles</td> </tr> <tr> <td></td> <td>...</td> </tr> </table>	Bâches de protection	Gainage électrique	Barquettes	Jouets	Couvertures de piscines	Palettes de manutention	Films à bulle	Sacs congélation	Films alimentaires	Sacs de supermarchés	Films d'étanchéité	Sacs poubelles		...
Bâches de protection	Gainage électrique														
Barquettes	Jouets														
Couvertures de piscines	Palettes de manutention														
Films à bulle	Sacs congélation														
Films alimentaires	Sacs de supermarchés														
Films d'étanchéité	Sacs poubelles														
	...														

PEhd (Polyéthylène haute densité)																													
<p><i>Barrière eau, gaz, UV</i> <i>Inertie chimique</i> <i>Opacité</i> <i>Rigidité</i> <i>Moulabilité</i> <i>Résistance aux chocs</i> <i>Résistance à l'abrasion, glisse</i> <i>Tenue à la pression</i> <i>Tenue aux températures</i></p>	<table border="0"> <tr> <td>Accessoires de salles de bain</td> <td>Flacons ménagers</td> </tr> <tr> <td>Bacs de rangement</td> <td>Gainages de câbles</td> </tr> <tr> <td>Bidons (huile moteur, prod. chim.)</td> <td>Jouets</td> </tr> <tr> <td>Bonbonnes, cuves</td> <td>Kayaks, canoës</td> </tr> <tr> <td>Bouteilles de lait</td> <td>Mandrins, bobinages</td> </tr> <tr> <td>Caillebotis</td> <td>Palettes</td> </tr> <tr> <td>Caisses, casiers</td> <td>Poubelles</td> </tr> <tr> <td>Canalisations (gaz, eau)</td> <td>Réservoirs d'essence, d'eau</td> </tr> <tr> <td>Conteneurs</td> <td>Revêtement et semelles de skis</td> </tr> <tr> <td>Coques de chaussures de ski</td> <td>Seaux</td> </tr> <tr> <td>Coques de planches à voile</td> <td>Serres</td> </tr> <tr> <td>Corbeilles à papier</td> <td>Tubes</td> </tr> <tr> <td>Cubitainers</td> <td>Tuyaux</td> </tr> <tr> <td>Flacons pour cosmétiques</td> <td>...</td> </tr> </table>	Accessoires de salles de bain	Flacons ménagers	Bacs de rangement	Gainages de câbles	Bidons (huile moteur, prod. chim.)	Jouets	Bonbonnes, cuves	Kayaks, canoës	Bouteilles de lait	Mandrins, bobinages	Caillebotis	Palettes	Caisses, casiers	Poubelles	Canalisations (gaz, eau)	Réservoirs d'essence, d'eau	Conteneurs	Revêtement et semelles de skis	Coques de chaussures de ski	Seaux	Coques de planches à voile	Serres	Corbeilles à papier	Tubes	Cubitainers	Tuyaux	Flacons pour cosmétiques	...
Accessoires de salles de bain	Flacons ménagers																												
Bacs de rangement	Gainages de câbles																												
Bidons (huile moteur, prod. chim.)	Jouets																												
Bonbonnes, cuves	Kayaks, canoës																												
Bouteilles de lait	Mandrins, bobinages																												
Caillebotis	Palettes																												
Caisses, casiers	Poubelles																												
Canalisations (gaz, eau)	Réservoirs d'essence, d'eau																												
Conteneurs	Revêtement et semelles de skis																												
Coques de chaussures de ski	Seaux																												
Coques de planches à voile	Serres																												
Corbeilles à papier	Tubes																												
Cubitainers	Tuyaux																												
Flacons pour cosmétiques	...																												

PVC (Polychlorure de vinyle)																																													
<p><i>Barrière liquides, gaz</i> <i>Inertie chimique</i> <i>Transparence</i> <i>Isolant électr., thermique, phonique</i> <i>Résistance au vieillissement</i> <i>Légèreté</i></p>	<table border="0"> <tr> <td>Abribus</td> <td>Gants</td> </tr> <tr> <td>Armoires de rangements</td> <td>Interrupteurs</td> </tr> <tr> <td>Bacs de rangements</td> <td>Jouets</td> </tr> <tr> <td>Bancs</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Barquettes, boîtes alimentaires</td> <td>Panneaux de signa</td> </tr> <tr> <td>Barrières, clôtures, portails</td> <td>Peintures anti crissements</td> </tr> <tr> <td>Bidons</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Blisters (plaquettes de médic.)</td> <td>Poches à sang</td> </tr> <tr> <td>Bottes</td> <td>Porte-</td> </tr> <tr> <td>Bouteilles d'eau minérale</td> <td>Portes de garages</td> </tr> <tr> <td>Canalisations</td> <td>Poteaux</td> </tr> <tr> <td>Chaises</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-documents</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Classeurs</td> <td>Revêtements muraux</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Rubans adhésifs</td> </tr> <tr> <td>Ecrans antibruit</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Equipement de piscines</td> <td>Sols de terrains de sport</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Tapis de sol (gymnastique)</td> </tr> <tr> <td>Films alimentaires</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flacons</td> <td>Vêteme</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Volets, persiennes</td> </tr> <tr> <td></td> <td>...</td> </tr> </table>	Abribus	Gants	Armoires de rangements	Interrupteurs	Bacs de rangements	Jouets	Bancs		Barquettes, boîtes alimentaires	Panneaux de signa	Barrières, clôtures, portails	Peintures anti crissements	Bidons		Blisters (plaquettes de médic.)	Poches à sang	Bottes	Porte-	Bouteilles d'eau minérale	Portes de garages	Canalisations	Poteaux	Chaises		-documents		Classeurs	Revêtements muraux		Rubans adhésifs	Ecrans antibruit		Equipement de piscines	Sols de terrains de sport		Tapis de sol (gymnastique)	Films alimentaires		Flacons	Vêteme		Volets, persiennes		...
Abribus	Gants																																												
Armoires de rangements	Interrupteurs																																												
Bacs de rangements	Jouets																																												
Bancs																																													
Barquettes, boîtes alimentaires	Panneaux de signa																																												
Barrières, clôtures, portails	Peintures anti crissements																																												
Bidons																																													
Blisters (plaquettes de médic.)	Poches à sang																																												
Bottes	Porte-																																												
Bouteilles d'eau minérale	Portes de garages																																												
Canalisations	Poteaux																																												
Chaises																																													
-documents																																													
Classeurs	Revêtements muraux																																												
	Rubans adhésifs																																												
Ecrans antibruit																																													
Equipement de piscines	Sols de terrains de sport																																												
	Tapis de sol (gymnastique)																																												
Films alimentaires																																													
Flacons	Vêteme																																												
	Volets, persiennes																																												
	...																																												



PROPRIETES	APPLICATIONS
------------	--------------

PET (Polyéthylène téréphtalate)		
<p><i>Barrière eau, gaz, UV</i> <i>Inertie chimique</i> <i>Transparence (pour le [A]PET, amorphe)</i> <i>Opacité (pour le [C]PET, cristallisé)</i> <i>Brillance</i> <i>Moulabilité</i> <i>Résistance aux chocs, à la traction</i> <i>Tenue à la pression interne</i> <i>Tenue aux températures élevées</i></p>	<p>Bandes de cerclage Barquettes, boîtes (viandes, pâtisserie) Bandes magnétiques audio, vidéo Blisters (plaquettes médicaments) Boîtes à œufs Bonnets Bouteilles (boissons gazeuses) Câbles Chandails</p>	<p>Emballages de cosmétique Gants Pots, couvercles Pulls Rembourrages (peluches) Tapis Transparents pour rétroproj. Voiles de bateaux ...</p>

PP (Polypropylène)		
<p><i>Barrière vapeur d'eau</i> <i>Inertie chimique</i> <i>Transparence</i> <i>Rigidité</i> <i>Légèreté</i> <i>Moulabilité</i> <i>Résistance aux chocs</i> <i>Résistance à l'abrasion, à la pliure</i> <i>Tenue aux températures</i></p>	<p>Bacs de rangement Barquettes (beurre, margarine) Barquettes pour micro-ondes Boîtes de batterie Boîtes de rangement Cageots Cassettes vidéo Champs opératoires Classeurs Combinés de téléphones Conduits d'air Conteneurs Coques de chaussures de ski Coques de planches à voile Corbeilles à papier Cordages Enjoliveurs</p>	<p>Ficelles Films (confiserie) Flacons Pare-chocs Piluliers Planches de bord Porte-documents Pots de fleurs Pots de yaourts Revêtements de skis Revêtements de sols textiles Rubans adhésifs Sacs tissés (engrais) Seaux Tubes rigides Valisettes ...</p>

PS (Polystyrène)		
<p><u>PS cristal</u> <i>Transparence</i></p> <p><i>Rigidité</i></p> <p><u>PS choc</u> <i>Opacité</i></p> <p>Ré</p>	<p>Boîtes à œufs Boîtiers</p> <p>Films</p>	<p>Gobelets Plats, plateaux</p> <p>...</p>

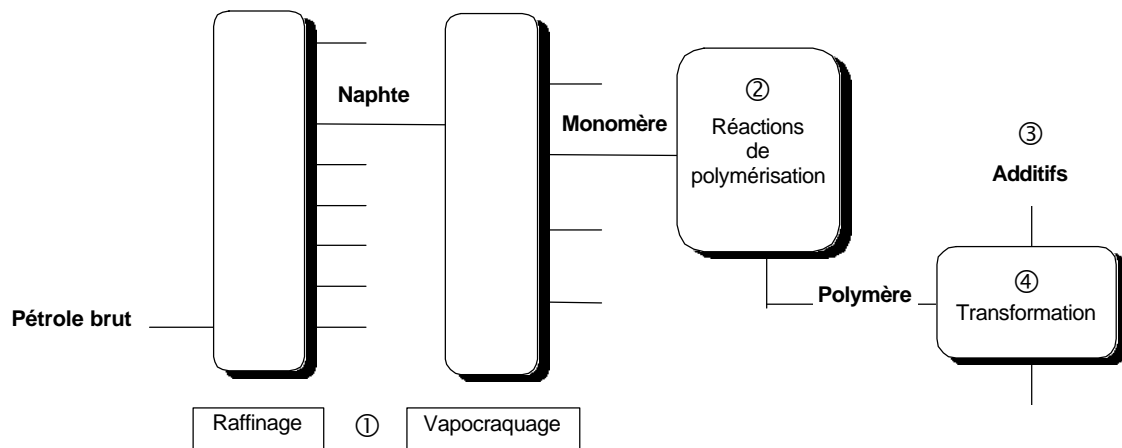
PSE (Polystyrène expansé)		
<p><i>Isolation thermique</i></p> <p><i>Moulabilité</i> <i>Étanchéité</i></p> <p><i>Densités multiples</i></p>	<p>Barquettes Boîtes à œufs</p>	<p>Calages de protection Flacons</p>



Certains polymères sont également associés afin d'obtenir une complémentarité des propriétés finales voire même une synergie. Si l'association des polymères s'effectue au niveau moléculaire (microscopique), on parle d'alliages de polymères ; si l'association est au niveau macroscopique, on parle alors de complexes.

4. Fabrication et transformation

La grande majorité des polymères est actuellement élaborée à partir du pétrole selon le



4.1. Le raffinage et le vapocraquage

Le pétrole brut est raffiné et donne différentes fractions après distillation. La fraction d'essences légères, appelée naphte ou naphta, est isolée pour être ensuite « craquée » (distillée) à la vapeur. Cette opération permet d'obtenir les molécules chimiques indispensables à la fabrication des polymères, les monomères: éthylène, propylène, butadiène, ...

4.2. Les réactions de polymérisation

Chaque monomère est isolé. Il est ensuite combiné avec d'autres monomères de même nature ou de nature différente lors d'une réaction chimique appelée réaction de polymérisation. Il existe plusieurs types de réaction de polymérisation.

- **La polyaddition** : les monomères se soudent les uns aux autres de façon consécutive (un à un) sans élimination de résidus; *(polymérisation en chaîne)*
- **La polycondensation** : les fonctions chimiques des monomères interagissent entre elles, toutes en même temps et s'assemblent en dégageant de petites molécules. Le polymère obtenu est aussi appelé **polycondensat**.

⁴ Source : Economie Géographie n°311 - 1994 : La plasturgie.



4.3. Les adjuvants

De nombreux additifs entrent dans la composition finale des matières plastiques pour améliorer ou adapter plus finement leurs propriétés à leur utilisation. Ces adjuvants sont de plusieurs types avec des rôles spécifiques, fonctions de la quantité incorporée.

LES CHARGES

Minérales (verre, carbone, talc, ...), métalliques (aluminium, ...) ou organiques (farine de bois), les charges améliorent la rigidité et l'adhésivité des matières plastiques mais agissent également sur leur résistance chimique, leur isolation électrique et thermique. Leur proportion par rapport à la résine peut aller de 1 % à 300% selon l'effet voulu. Un avantage important d'un grand nombre de charges, surtout minérales, est d'ordre économique : elles sont moins chères que les polymères.

LES PLASTIFIANTS

Contrairement aux charges, les plastifiants sont utilisés pour abaisser la rigidité des matières plastiques. Leur présence peut être permanente ou temporaire (introduits lors de la synthèse des polymères, ils en facilitent la mise en oeuvre et sont ensuite éliminés).

LES STABILISANTS

Différents stabilisateurs chimiques, les antioxydants par exemple, empêchent la dégradation des polymères lors de leur transformation en les stabilisant contre les effets de la température, de l'oxygène et du rayonnement UV. Ils sont ajoutés à la résine à raison de 0,1 à 1%.

LES LUBRIFIANTS

Les lubrifiants tels que les cires et paraffines facilitent la mise en oeuvre des polymères et réduisent leur adhérence aux parois des machines de transformation. Des lubrifiants solides peuvent également être ajoutés pour améliorer les propriétés de glissement et d'usure des matières plastiques.

LES COLORANTS ET PIGMENTS

Les colorants et pigments permettent de donner une couleur particulière aux matières plastiques qui sont en général incolores à l'état pur. En plus de la coloration, les pigments peuvent également changer certaines propriétés des polymères dans lesquels ils sont introduits. Ils se comportent alors comme des charges.

LES RETARDATEURS DE FLAMME OU IGNIFUGEANTS

Ces additifs permettent aux matières plastiques de mieux résister au feu. Ils sont très utilisés dans la fabrication de matériaux pour la construction et l'aménagement intérieur.

LES AGENTS ANTISTATIQUES

Introduits dans les matières plastiques, ces additifs permettent de réduire le dépôt de poussière sur les produits finis.



4.4. Les transformations ou mises en forme

Une fois synthétisés, les polymères se présentent sous forme de poudres ou granulés, prêts à être transformés en demi-produits ou en produits finis. Il existe également de nombreux procédés de transformation adaptés à la nature du polymère à mettre en œuvre et à la forme finale souhaitée :

Injection	Ce procédé permet de donner aux matières plastiques une fois ramollies la forme - simple ou complexe - du moule dans lequel elles ont été injectées. ⇒ palettes, coques de télévisions, boîtes, pots, tableaux de bord, ...
Extrusion Extrusion-Soufflage	Cette méthode permet de fabriquer des produits en continu. ⇒ profilés, tubes, films, feuilles, sacs, plaques, ... Les matières plastiques extrudées cette fois en discontinu (préformes) sont ensuite soufflées dans un moule pour en prendre la forme. ⇒ bouteilles, flacons, bidons, réservoirs, conteneurs, ...
Rotomoulage	La matière plastique en poudre est introduite dans un moule clos puis est centrifugée sur les parois chaudes. On obtient par cette méthode des corps creux de gros volume. ⇒ cuves, réservoirs, conteneurs, ...
Expansion	Le moussage ou expansion des polystyrènes et des polyuréthanes permet de fabriquer des produits alvéolaires. ⇒ calage, sièges automobiles, ameublement, caissettes, ...
Compression	Cette méthode sert à mettre en forme les polymères thermodurcissables. ⇒ pièces plates (vaisselle, accessoires électriques, ...)
Calandrage	Ce procédé permet d'obtenir des produits plats de grande largeur par laminage de la matière plastique entre plusieurs séries de rouleaux. ⇒ feuilles, plaques, films, sols plastiques, ...
Enduction	Couplée au calandrage, cette méthode permet de déposer une résine plastique sur un support continu (papier, carton, tissu) en décoration ou en protection. ⇒ revêtement de sols, de murs, mobilier, ...
Thermoformage	Après avoir été ramollis sous la chaleur, les demi-produits thermoplastiques (plaques ou feuilles) sont emboutis sur une forme. ⇒ gobelets, pots de yaourts, cuves, ...



II. LES EMBALLAGES PLASTIQUES : DONNEES ECONOMIQUES ET GISEMENTS

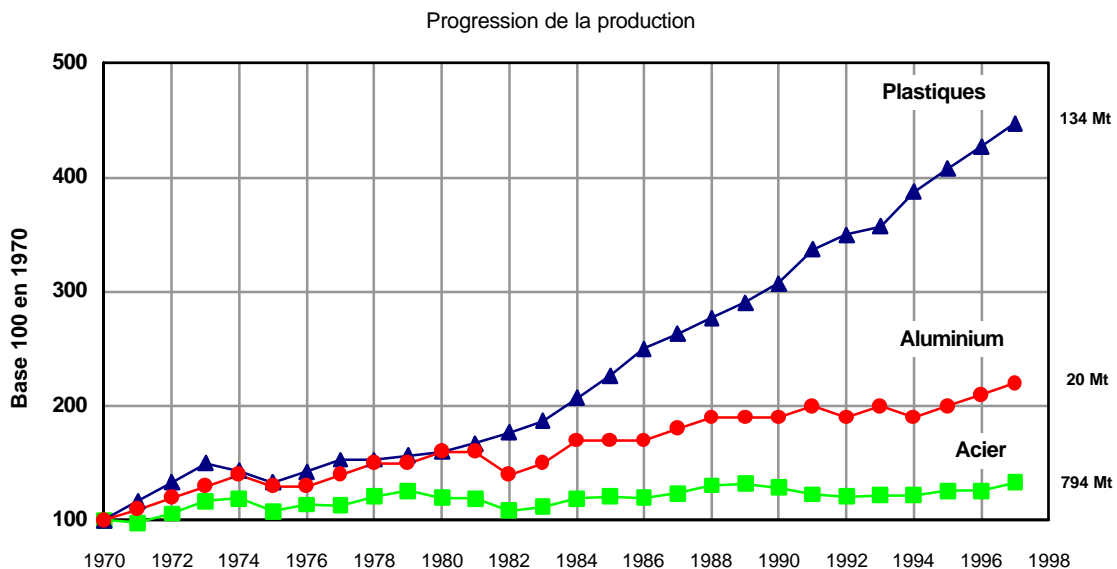
1. Historique et situation actuelle

Bien que les matières plastiques soient considérées comme des matériaux modernes, elles ont une histoire d'un siècle et demi.

La découverte en 1839 du procédé de vulcanisation (réticulation au moyen de soufre) permit le développement industriel du caoutchouc et de ses applications (pneus, amortisseurs, ...). Il faut attendre encore trente ans pour voir apparaître un autre matériau au niveau industriel : le Celluloïd. Celui-ci est considéré comme la première matière plastique commercialisée. Il a été inventé à l'occasion d'un concours qui avait pour but de trouver un matériau de substitution à l'ivoire naturel, jusqu'alors utilisé pour fabriquer les boules de billard. C'est réellement à partir des années 30 que la majorité des polymères (thermoplastiques et thermodurcissables) est caractérisée et fabriquée en quantité industrielle.

Depuis, la synthèse de nouvelles macromolécules n'a jamais cessé, adaptant l'offre aux applications les plus diverses et gagnant ainsi de nouvelles parts de marchés sur les matériaux dits traditionnels, comme le montre le graphique ci-dessous :

Evolution de la production mondiale des matières plastiques, acier et aluminium depuis 1970



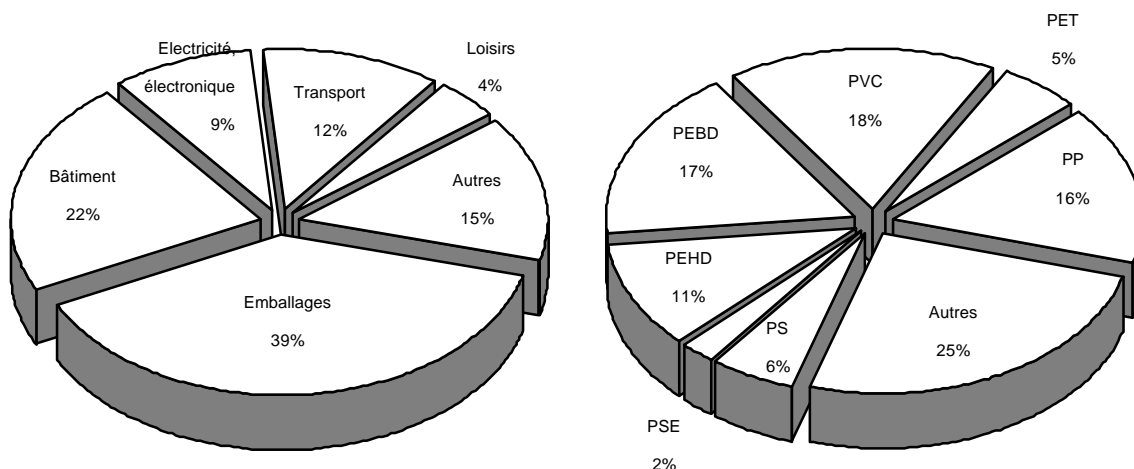
(Source : SPMP 1997)

Aujourd'hui, la consommation réelle⁵ de matières plastiques en France s'élève à 4 866 000 tonnes, répartie dans tous les secteurs d'activités et entre toutes les natures de polymères :

⁵ Consommation réelle = Production + Importation - Exportation + Correction (effets de stocks, productions intégrées, ...).



Répartition de la consommation réelle française de matières plastiques par application et par résine



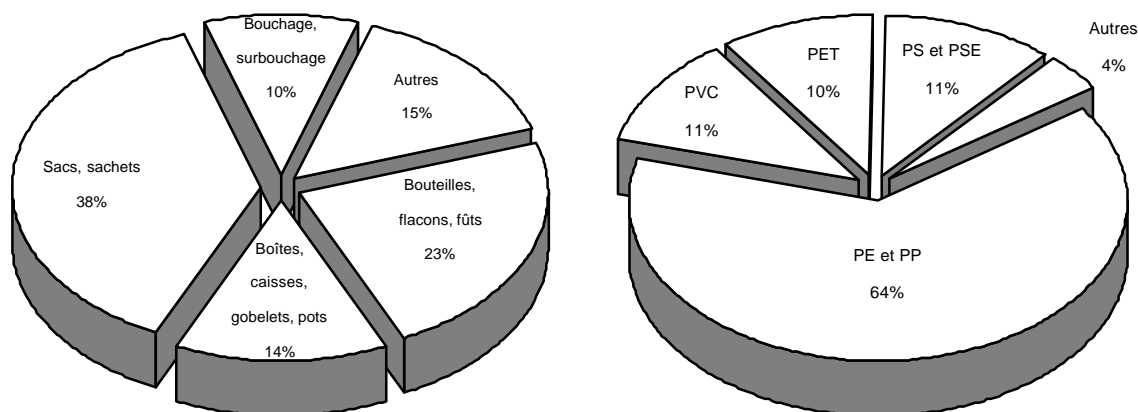
(Source : SPMP 1997)

Les grands thermoplastiques (polymères de consommation courante) représentent 75 % de la consommation totale française de matières plastiques. Les 25 % restant se répartissent entre les thermodurcissables et les polymères techniques.

2. Le secteur de l'emballage plastique

Qu'il soit ménager, industriel ou commercial, l'emballage représente le premier secteur d'applications des matières plastiques avec 39 % de la consommation totale française soit 1 885 000 tonnes en 1997. La répartition de ce secteur par application et par résine se présente comme suit :

Répartition de la consommation réelle de matières plastiques pour la fabrication d'emballages par application et par résine



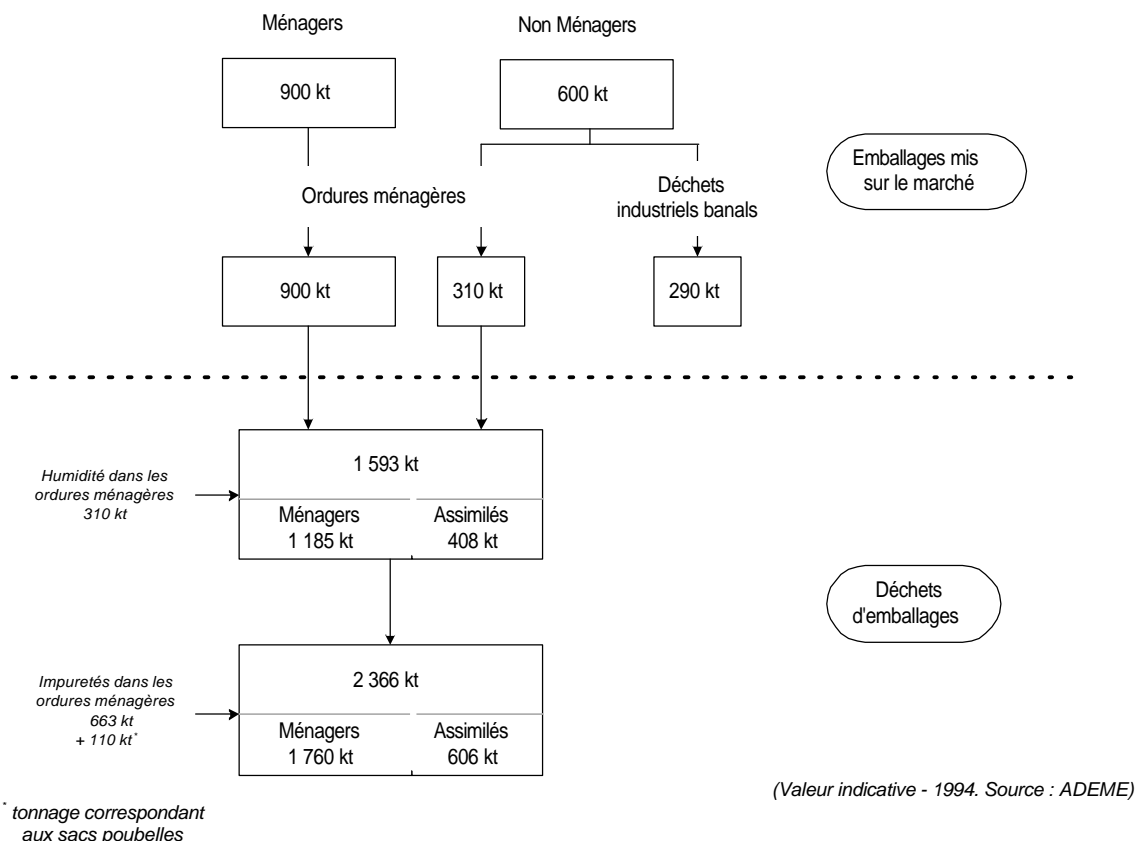
(Source : SESSI - nov. 1998)

(Source : SPMP - 1997)



3. Des emballages aux déchets d'emballages

Si les quantités consommées par application et par résine utilisées pour l'emballage sont connues, les destinataires finaux et donc la nature des emballages en fin de vie (déchets d'emballages ménagers ou industriels et commerciaux) sont plus difficiles à appréhender. En première approximation, la durée de vie des emballages plastiques étant courte, la production de déchets d'emballages (ménagers ou industriels) peut être définie par la consommation de ces derniers après application du taux de souillure (humidité et impuretés). Ainsi, les différents gisements peuvent être distingués en fonction de leur détenteur final, comme le montre le graphique suivant :



Basé sur les chiffres de 1994, le gisement de déchets d'emballages ménagers plastiques équivaut à plus de 29kg par habitant par an sur un total de 400 kg d'ordures ménagères produits dans le même temps soit 7 % du tonnage⁶ des ordures ménagères. La consommation d'emballages plastiques allant croissante⁷, le gisement d'emballages ménagers, chiffré à 900 000 tonnes en 1994, peut être estimé pour 1998 à près de 1 100 000 tonnes. Avec la même extrapolation, le gisement de déchets d'emballages ménagers (1 760 000 tonnes en 1994) est évalué à environ 2 000 000 tonnes.

Bien que les matières plastiques soient par essence valorisables, la décharge et l'incinération sans valorisation énergétique étaient jusqu'à présent les modes d'élimination classiques pour ces déchets d'emballages. Depuis quelques années, s'ouvrent de nombreuses voies de valorisation pour ces matériaux : valorisation énergétique et valorisation matière. Ces différentes voies sont développées dans le chapitre suivant.

⁶ Poids humide.

⁷ Progression de la consommation d'emballages plastiques évaluée à 4,5 % par an.



III. DES DECHETS D'EMBALLAGES VALORISABLES AUX PRODUITS RECYCLES

Par la totale adéquation de leurs propriétés avec celles demandées par les applications, l'utilisation des matières plastiques présente de nombreux avantages dans le domaine de l'emballage. Une fois transformées en déchets d'emballages, ces matières présentent-elles encore des atouts dans la gestion de leur fin de vie ?

De leur conception à leur gestion lorsqu'ils deviennent déchets, tous les emballages sont aujourd'hui régis par la Directive européenne n°94/62/CE. Cette dernière édicte une hiérarchie dans la gestion des déchets issus de ces derniers (prévention > réemploi⁸ ou réutilisation⁹ > valorisation), fixe dans le cas de la valorisation des objectifs chiffrés¹⁰ et énonce des règles ou exigences essentielles quant à la conception de ces emballages.

1. La valorisation des déchets d'emballages plastiques

1.1. Les déchets d'emballages ménagers (DEM) plastiques

Dans le cadre de la législation française, le décret n°92-377 du 1^{er} avril 1992 précise les conditions d'élimination des déchets d'emballages ménagers. Ce décret confie aux producteurs, importateurs ou toute autre personne responsable de la mise sur le marché d'un produit l'obligation de contribuer ou de pourvoir à l'élimination des déchets générés par ce produit. Plusieurs possibilités s'offrent aux personnes concernées par ce décret pour s'acquitter de cette obligation :

- établir un système de consignation de leur emballages, signalé de manière apparente sur ceux-ci ;
- organiser, pour le dépôt de ces emballages, des emplacements spécifiquement destinés à cet effet;
- recourir aux services d'un organisme ou d'une société agréé pour prendre en charge leur responsabilité d'élimination de ces emballages usagés.

La grande majorité des industriels ont choisi de contribuer à un organisme agréé (Eco-Emballages ou Adelphe¹¹). Outre la prise en charge de la responsabilité d'élimination des emballages usagés de leurs adhérents, ces organismes ont reçu des pouvoirs publics la mission de valoriser 75 % de leurs emballages contributeurs d'ici 2002.

⁸ Réemploi : nouvel emploi d'un déchet pour un usage similaire à celui de son premier emploi.

⁹ Réutilisation : nouvel emploi d'un déchet pour un usage différent de son premier emploi. (définitions d'après le Glossaire du Cercle National du Recyclage - mars 1997).

¹⁰ Directive européenne 94/62/CE du 20 décembre 1994 relative aux emballages et aux déchets d'emballages. Objectifs fixés pour juillet 2001 :

- 50 à 65% en poids de déchets d'emballages valorisés ;

- 25 à 45% en poids de déchets d'emballages recyclés avec, pour chaque matériau, 15 % minimum en poids.

¹¹ Créé par la profession viti-vinicole pour assurer son obligation d'élimination pour les emballages en verre, Adelphe a reçu des Pouvoirs Publics par l'agrément de 1996 une extension de ses activités sur l'ensemble des matériaux (métaux, plastiques, papiers/cartons). Son activité multi-matériaux est réduite à quelques départements.

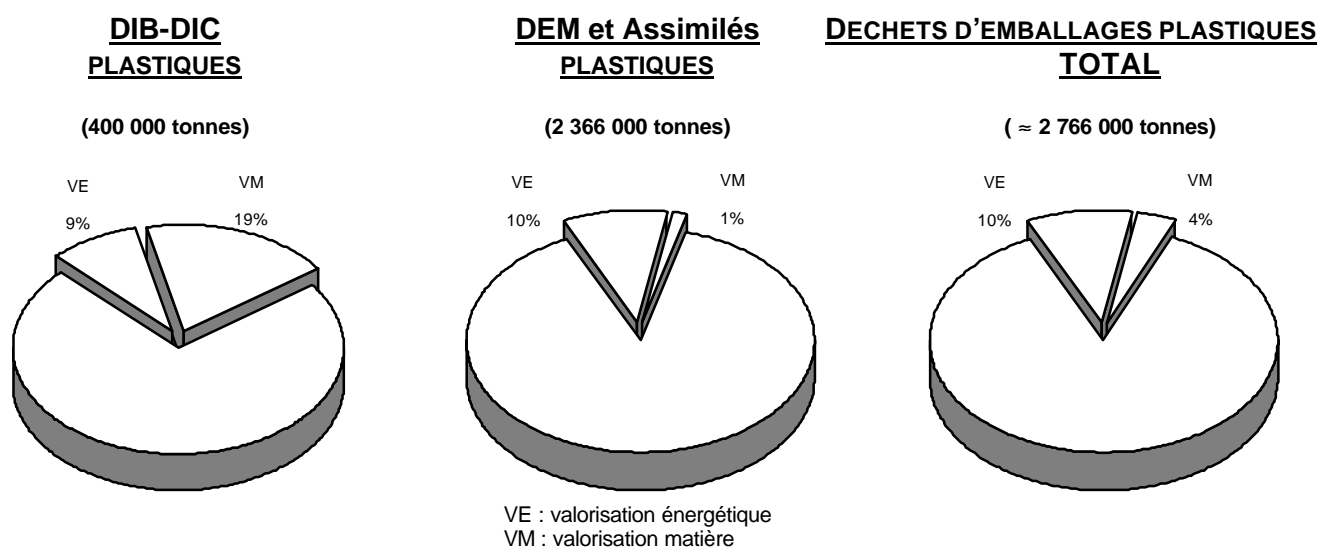


Fondé sur l'implication volontaire des industriels et la mise en place tout aussi volontaire par les collectivités d'un système de collecte sélective des déchets ménagers, le dispositif français de gestion des déchets d'emballages ménagers peut se résumer à ces quelques étapes :

- pour assumer leur responsabilité d'élimination des déchets d'emballages qu'ils génèrent, les conditionneurs adhèrent à un organisme agréé et lui versent, pour chaque emballage mis sur le marché, une contribution financière ;
- afin d'atteindre leur objectif de valorisation, les organismes agréés contractent avec les collectivités désireuses de mettre en place une collecte sélective des déchets d'emballages ménagers et reversent aux collectivités locales les contributions perçues principalement sous forme de soutiens financiers à la collecte sélective et au tri des déchets d'emballages ménagers ;
- parallèlement, ces organismes passent des accords avec les filières de matériaux qui valorisent ou font valoriser les DEM mobilisés par les collectivités ayant opté pour la garantie de reprise de ces derniers. Valorplast constitue la filière Plastique. Cette société anonyme est composée d'un double actionariat : les producteurs de résines plastiques réunis dans le GIE¹² Infoplast et les transformateurs de ces résines avec leurs syndicats professionnels.

1.2. Des résultats de valorisation contrasté

L'application de la législation relative à l'élimination des déchets d'emballages ménagers d'une part¹³, à la valorisation des déchets d'emballages industriels et commerciaux de l'autre¹⁴, a permis d'obtenir les résultats de valorisation suivants :



(Source : CSEMP - chiffres 1997)

(Valeur indicative - 1994. Source : ADEME)

¹² GIE : groupement d'intérêts économiques.

¹³ Décret n°92-377 du 1^{er} avril 1992.

¹⁴ Décret n°94-609 du 13 juillet 1994.



Si les moyens mis en place pour valoriser les déchets d'emballages industriels paraissent suffisants pour respecter les objectifs législatifs, il ne semble pas en être de même pour les moyens concernant les déchets d'emballages ménagers. La caractérisation précise de ces moyens, présentée ci-après, permettra de mieux appréhender leur fonctionnement, leur efficacité ainsi que leurs développements attendus.

2. La valorisation du gisement plastique à la charge des collectivités

Plus de deux millions de tonnes de déchets d'emballages ménagers et assimilés plastiques sont à la charge des collectivités chaque année (2366 000 tonnes). Quelles sont aujourd'hui les valorisations possibles pour l'ensemble des déchets d'emballages plastiques des collectivités ?

2.1. La valorisation énergétique

La valorisation énergétique représente aujourd'hui la voie de valorisation la plus importante en tonnage pour les déchets d'emballages plastiques. Le haut pouvoir calorifique des matières plastiques permet d'expliquer ce type de valorisation. En effet, lors de l'incinération de ces déchets, l'énergie dégagée peut être récupérée sous forme d'électricité ou de vapeur d'eau.

Le tableau suivant présente le PCI¹⁵ des polymères les plus courants ainsi que celui d'autres matériaux et matières en comparaison :

MATERIAU - MATIERE	PCI Matériau pur (en MJ/kg)	PCI Déchets (en MJ/kg)
PP	44	24
PE	43	22
PS	40	22
PET	22	12
PVC	17	9
Fioul domestique	44	
Aluminium fin	31	25
Houille	29	
Papier-Carton	16	8
Bois	16	
Ordures ménagères		8

(Source : Optimization of Energy Recovery from Packaging Waste - CEN TC 261/SC 4/WG 4 - 1998)

¹⁵ PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur (en MJ/kg).



Bien que le PCI des déchets d'emballages plastiques soit nettement inférieur à celui des polymères purs¹⁶, leur présence dans les ordures ménagères permet encore, lors de leur incinération, d'économiser le fuel nécessaire à leur prise de combustion, améliorant d'autant le rendement de ces installations. Toutefois, la présence de déchets d'emballages plastiques dans les ordures ménagères n'est avantageuse que jusqu'à un certain point. En effet, le pouvoir calorifique des plastiques peut devenir un inconvénient en cas de surcharge thermique des fours de l'incinérateur.

Par ailleurs, l'incinération des ordures ménagères et principalement des déchets d'emballages plastiques n'est pas sans conséquence sur l'environnement. La combustion génère de nombreux rejets de toutes sortes :

- Emissions gazeuses :
Poussières, métaux lourds, gaz chlorhydrique, dioxines, ...
- Rejets solides :
Cendres volantes, mâchefers, résidus de neutralisation, ...
- Effluents liquides :
(en cas de neutralisation des fumées par voie humide).

Si les réglementations européennes et françaises en matière d'émission de fumées obligent à la neutralisation des polluants dégagés par les incinérateurs, aucune obligation ne porte aujourd'hui sur la récupération d'énergie par ces installations. Au-delà de la simple élimination des déchets, cette fonction optionnelle représente pourtant un intérêt de l'incinération qui peut, dans ce cas, se présenter comme le complément au recyclage dans la gestion moderne des déchets menée aujourd'hui par les collectivités locales.

Le recyclage des déchets d'emballages ménagers plastiques étant actuellement limité à certains produits et résines, l'incinération avec récupération d'énergie permet aux déchets non concernés (ils représentent la plus grande partie des DEM plastiques) d'accéder à une valorisation. Si l'objectif de 15 % de valorisation matière se révèle atteignable pour l'ensemble des déchets d'emballages plastiques, il restera toutefois 1 700 000 tonnes de déchets d'emballages ménagers plastiques qui doivent trouver une élimination en conformité avec l'ensemble des réglementations. Ainsi, quand l'installation le permet, les déchets d'emballages ménagers plastiques légers, petits ou souillés peuvent être valorisés énergétiquement car il est aujourd'hui considéré comme trop coûteux de les trier et de les recycler. De la même façon, les DEM complexes¹⁷, trop difficile à recycler techniquement, peuvent être également envoyés à l'incinérateur. Dans l'attente de nouvelles techniques de recyclage...

2.2. La valorisation matière

2.2.1. Tri, régénération, recyclage : les étapes pour une seconde vie

Les déchets d'emballages ménagers plastiques sont collectés sélectivement par la collectivité : apport volontaire ou porte-à-porte, séparés ou non des autres fractions valorisables.

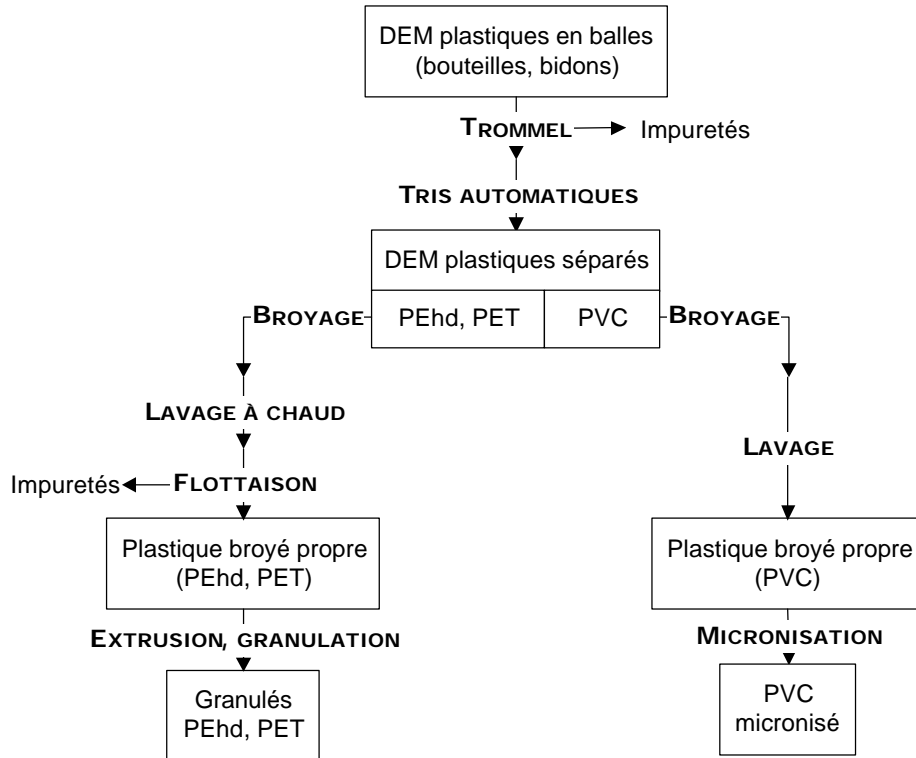
¹⁶ La baisse de PCI est expliquée par la présence d'humidité et d'impuretés de toute nature dans les déchets d'emballages plastiques.

¹⁷ Emballages complexes : emballages multicouches de nature différente.



Ces déchets sont ensuite triés par nature de polymère (PVC, PET, PEhd) puis mis en balles, prêts à être livrés dans des unités de régénération où ils seront à nouveau triés puis broyés et purifiés pour être enfin prêts à l'emploi chez des transformateurs.

Unité de régénération des déchets d'emballages ménagers plastiques



2.2.2. Les difficultés de recyclage liées à la présence d'impuretés

• **Une propriété des polymères quasi-générale défavorable au recyclage**

Quel que soit le type de collecte mis en place dans la collectivité (apport volontaire ou porte-à-porte, en mélange ou non) l'ensemble des DEM plastiques est récupéré en un seul flux ; toutes les natures de polymères y sont mélangées : PEhd, PVC, PET, ...

La difficulté majeure du recyclage des matières plastiques résulte d'une caractéristique que possède la quasi-totalité des polymères : ils ne sont pas miscibles entre eux. Les résines couramment utilisées dans l'emballage sont donc incompatibles entre elles : PEhd ≠ PET ≠ PP ≠ PVC ≠ ... Deux polymères constitués de la même nature de résine mais de configurations différentes¹⁸ peuvent également être incompatibles (ex : bouteilles de lait et de détergents en PEhd).

¹⁸ PEhd homopolymère et copolymère ou deux PEhd possédant des chaînes macromoléculaires de taille différente.



De façon générale, les propriétés d'un mélange de polymères sont inférieures à celles des polymères constitutifs du mélange. Cette baisse de performance du matériau est principalement causée par le manque de cohésion entre les différentes résines en présence ainsi que par la combinaison des propriétés intrinsèques de ces résines (certaines pouvant s'opposer). Les différentes sortes de résines doivent donc être séparées avant tout recyclage¹⁹.

Cas du PVC

Plus que les autres matières plastiques employées dans l'emballage, la présence de PVC dans un gisement plastique d'une autre nature, notamment de PET, pose plusieurs problèmes lors de son recyclage :

- les densités du PVC et du PET étant voisines, il est difficile de séparer les deux résines ;
- ayant une température de fusion inférieure à celle du PET, le PVC fond et se décompose lors de la transformation du PET et s'accompagne d'un dégagement de vapeurs d'acide chlorhydrique.

• **Les additifs : une amélioration des produits plastiques, une gêne pour leur recyclage**

Les nombreux adjuvants introduits lors de la fabrication des matières plastiques favorisent également la détérioration des propriétés de la matière plastique recyclée. En effet, comme cela a pu être précédemment évoqué, des adjuvants sont ajoutés à la résine pour répondre parfaitement au cahier des charges des produits finis ; leur nature et leur quantité sont donc multiples, fonctions de l'utilisation finale de la matière plastique. Par conséquent, si les déchets d'emballages ménagers plastiques peuvent être séparés par nature de résine, d'autres difficultés de recyclage persistent par la présence des nombreux additifs souvent très différents les uns des autres.

• **Une contamination diverse de la matière à recycler**

Lors de leur collecte, les bouteilles, flacons et bidons de toute nature de plastique peuvent se « charger » en éléments indésirables (contenu résiduel, humidité, particules inertes,...). Parallèlement, ces déchets d'emballages ménagers en plastique comprennent aussi des éléments de nature de matériau différente de celle de l'emballage de départ (étiquette en papier, colle, bouchon). L'ensemble de ces contaminants a pour effet général de diminuer les propriétés physico-mécaniques de la matière plastique régénérée avec toutefois quelques nuances :

Contenu résiduel

Outre la saleté extérieure des balles de DEM plastiques due à la poussière collée par les liquides résiduels répandus lors des manipulations de collecte, de tri et de transport, les liquides résiduels se retrouvent, sous forme de molécules, à l'intérieur même de la résine par effet de diffusion (adsorption). Cela a pour conséquence soit de plastifier le polymère (cas du PEhd) soit de le réticuler (cas du PP) avec pour résultat commun la perte d'une partie des performances du matériau. Des problèmes d'odeur résiduelle peuvent également survenir ainsi qu'une décoloration de la résine.

¹⁹ Le recyclage des plastiques en mélange est une voie possible de valorisation (chapitre IV.1.2.).



L'huile alimentaire

Il est demandé de retirer les bouteilles d'huile alimentaire du gisement de DEM plastiques à recycler. En effet, outre les incidences sur les performances mécaniques de la matière régénérée comme tout contenu résiduel, l'huile rend le traitement des eaux de lavage difficile et coûteux.

Bouchons de résine différente

L'introduction de ces éléments, en présence importante, se traduit par la non-miscibilité des deux matières plastiques, induisant une baisse des propriétés mécaniques du matériau recyclé.

Résidus de colles

En plus de l'abaissement des performances du matériau, la présence d'adhésifs dans un gisement PET provoque également une perte de couleur de la résine.

Humidité

Tous les polymères synthétisés par polycondensation (particulièrement les polyesters comme le PET) sont sensibles à l'humidité. Elle entraîne une réaction chimique qui a pour conséquence de casser les chaînes macromoléculaires, diminuant ainsi les propriétés mécaniques de la résine régénérée.

Particules inertes

Plus que les incidences néfastes sur les caractéristiques finales des matières plastiques, les particules inertes telles que le verre, la porcelaine ou les graviers occasionnent des problèmes d'usure sur le matériel lors de la régénération ; pendant la phase de broyage des DEM plastiques, ces contaminants abrasent les couteaux des broyeurs.

Les particules inertes produisent ensuite à l'intérieur des polymères des concentrations de contraintes qui le fragilisent en favorisant la formation de fissures dans le produit fini. Certaines applications peuvent être exclues pour les matières plastiques régénérées qui contiennent ce type de contaminants : l'extrusion-soufflage de corps creux minces ou l'extrusion dans des filières pour les débouchés textiles.

NB : Les difficultés liées à la présence de la majorité des impuretés énoncées ci-dessus peuvent être surmontées ou évitées par des techniques et méthodes à mettre en œuvre par l'industrie (chapitre suivant).

- **Des retransformations dommageables**

La mise en forme des polymères par les différents procédés de transformation induit également un changement structural au niveau moléculaire provoqué par l'environnement oxydant, les températures élevées et le cisaillement mécanique imposés par le processus de transformation. Selon les moyens employés, les transformations successives ont pour effet de changer les propriétés finales du produit soit par la scission des chaînes macromoléculaires suivie généralement par la cristallisation de certaines zones, soit au contraire par la réticulation des macromolécules.



- **Plus longue est la durée de vie des produits plastiques, plus difficile sera leur recyclage ultérieur**

Contrairement à la majorité des autres matériaux d'emballages, les matières plastiques sont sensibles aux UV et aux environnements oxydants qui ont pour effet le jaunissement de certains polymères (PS, PVC) et l'abaissement des caractéristiques mécaniques pour l'ensemble des résines. Plus la durée de vie du produit est longue, plus ces dégradations sont importantes.

2.2.3. Des solutions industrielles au service du recyclage des DEM plastiques

Les difficultés recensées ci-dessus peuvent être surmontées ou évitées par des techniques et méthodes à mettre en œuvre par l'industrie.

- **Des tris manuels et automatiques bénéfiques et rentables**

Quels que soient les efforts de collecte et de tri des collectivités locales, la qualité obtenue des balles plastiques, même respectant les Prescriptions Techniques Minimales²⁰, ne permet pas leur recyclage immédiat. En effet, un surtri souvent manuel est opéré sur les DEM plastiques avant tout traitement.

D'autres tris plus automatiques sont également effectués au niveau des unités de régénération. Tris opto-électroniques (rayon X, infra rouge), densimétriques, par flottation, tris magnétiques et par courant de Foucault : leur combinaison permet de séparer les résines entre elles (bouchons, bouteilles de résines différentes) et d'éliminer un grand nombre d'indésirables (métaux ferreux ou non, particules inertes, ...) et évite ainsi les problèmes de recyclage évoqués précédemment. Ne trouvant de rentabilité économique par effet d'échelle qu'à ce niveau de la chaîne, un tri séparant le gisement d'une même résine par couleur est également mis en place dans les unités de régénération. Utilisé essentiellement pour le PET, ce tri permet aux matières plastiques recyclées d'accéder à de nouvelles applications.

Les étapes de surtri manuel et de tris automatiques permettent de parfaitement purifier les matières plastiques issues des déchets d'emballages ménagers par l'élimination de nombreux contaminants et la séparation des plastiques en fonction des différentes résines.

- **De meilleurs résultats obtenus par le lavage à chaud**

Inscrit dans les opérations de régénération, le lavage à froid purifie les matières plastiques mais présente quelques limites. Certains indésirables comme les liquides résiduels ou les colles restent présents après cette opération. Le lavage à chaud élimine en grande partie ces indésirables et résout ainsi les problèmes liés à leur présence: changement de propriétés physico-mécaniques des polymères, odeurs persistantes, ... Ce lavage est souvent couplé à l'introduction d'additifs (soude par exemple) pour améliorer encore la régénération des produits.

²⁰ Cf. Chapitre III.2.2.4. Les Prescriptions Techniques Minimales (PTM) : un cahier des charges industriel transféré aux déchets ménagers.

La généralisation du lavage à chaud permettra une meilleure régénération des matières plastiques issues des DEM mobilisés par les collectivités locales et facilitera ainsi leur recyclage.

- **Les nombreux bénéfices des stabilisants**

Comme lors du premier cycle de fabrication des résines, des stabilisants peuvent être introduits lors de la mise en œuvre des matières plastiques régénérées avec pour même effet d'influer positivement sur leurs propriétés. L'addition de stabilisants annihile les conséquences néfastes du vieillissement des plastiques (jaunissement, photo-oxydation, ...) ainsi que celles des transformations successives subies par la matière recyclée (baisse des propriétés mécaniques).

Il existe aujourd'hui des stabilisants spécialement conçus pour les matières recyclées. Il a été observé que la combinaison de stabilisants différents engendre un effet de synergie et améliore d'autant les caractéristiques des produits obtenus.

2.2.4. Les Prescriptions Techniques Minimales (PTM) : un cahier des charges industriel applicable aux déchets ménagers

La récupération des DEM plastiques n'a pas de long historique ; peu d'entreprises reprennent aujourd'hui ces matériaux dans le cadre d'un marché libre. C'est pourquoi les collectivités ont opté en quasi-totalité pour la garantie de reprise proposée par la filière Valorplast.

Depuis 1996, date du premier renouvellement de l'agrément des sociétés agréées, les conditions de reprise des DEM plastiques n'ont pas connu d'évolution notable. La renégociation des barèmes en 1998 a permis d'améliorer les soutiens financiers versés par les sociétés agréées aux collectivités locales notamment grâce à l'indexation des soutiens aux performances quantitatives. Elle a également permis de reconsidérer le cahier des charges de certains matériaux en fonction des réalités actuelles de qualité et de reprise de ces derniers. Par contre, les prescriptions techniques minimales (PTM) relatives aux DEM plastiques n'ont fait l'objet d'aucune modification majeure.

Dans l'attente des résultats de l'expérimentation lancée en juin 1998 sur la valorisation des DEM plastiques hors PTM²¹, le cahier des charges applicable aux DEM plastiques se présente de la façon suivante :

²¹ Cf. chapitre IV.1.1. Les voies nouvelles de recyclage pour plus de précisions concernant cette expérimentation.



P V C	P E T	P E h d
1. DEFINITION DU PRODUIT		
<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS ACCEPTES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bouteilles transparentes en PVC 	<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS ACCEPTES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bouteilles transparentes en PET 	<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS ACCEPTES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Corps creux opaques et colorés de volume compris entre 0,5 litre et 5 litres ayant emballé par exemple du lait, de l'eau, du vin, des produits ménagers pour lave-vaisselle, lave-linge, autres nettoyeurs ménagers.
<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS REFUSES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bouteilles d'huile alimentaire • Récipients ayant contenu des produits dangereux au sens des différentes législations concernées tels que : <ul style="list-style-type: none"> – huiles minérales et synthétiques et graisses ainsi que leurs filtres, – peintures, vernis, laques, encres, adhésifs et résines, – solvants, – acides avec pH < 2, acide chlorhydrique et acide sulfurique, – alcalis avec pH < 11,5, – produits chimiques de photographie, – médicaments, – pesticides, – peroxyde d'hydrogène et produits de blanchiment, – aiguilles et seringues, ... • Contenants opaques 		<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS REFUSES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Emballages ayant contenu des cires et huiles de lin et des produits dangereux au sens des différentes législations concernées tels que : <ul style="list-style-type: none"> – huiles minérales et synthétiques et graisses ainsi que leurs filtres, – peintures, vernis, laques, encres, adhésifs et résines, – solvants, – acides avec pH < 2, acide chlorhydrique et acide sulfurique, – alcalis avec pH < 11,5, – produits chim. de photographie, – médicaments, – pesticides, – peroxyde d'hydrogène et produits de blanchiment, – aiguilles et seringues, ... • Flacons inférieurs à 0,5litre

P V C	P E T	P E h d
2. CARACTERISTIQUES		
<u>PRESENTATION</u>		
<ul style="list-style-type: none"> • Les contenants auront été soigneusement vidés de leur contenu et de préférence débarrassés de leurs bouchons mais acceptés dans la limite d'un bouchon par bouteille. 		
<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS INDESIRABLES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les corps creux en matière plastique autre que le PVC 	<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS INDESIRABLES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les corps creux en matière plastique autre que le PET 	<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS INDESIRABLES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les corps creux en matière plastique autre que le PEhd
<ul style="list-style-type: none"> • Les emballages en plastique autres que les corps creux • Les matériaux autres que le plastique (notamment le verre) et particulièrement les inclusions minérales ou organiques à l'intérieur des corps creux. 		
<u>VALEURS</u>		
<ul style="list-style-type: none"> • Les tolérances maximum d'impuretés sont définies dans le tableau « critères de conformité » 		



P V C	P E T	P E h d
3. CONDITIONNEMENT ET ENLEVEMENT		
<p style="text-align: center;"><u>DIMENSIONS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ligaturage : il est recommandé que les balles soient de préférence ligaturées par des fils de fer recuit. L'utilisation de fils de fer non recuit et de feuillards métalliques ainsi que le double ligaturage des balles sont à proscrire pour raison de sécurité. <ul style="list-style-type: none"> La dimensions des balles finies doit être comprise entre 0,7 x 0,7 x 1 et 1,1 x 1,1 x 1,2. Une tolérance de 1,2 x 1,2 x 1,3 peut être accordée sous réserve que les balles puissent se déliter correctement et sans perte de produit. 		<p style="text-align: center;"><u>DIMENSIONS</u></p>
<u>DENSITE</u>		
<ul style="list-style-type: none"> La densité des balles doit être comprise entre 180 et 300 kg/m³. 		
<u>LIVRAISON</u>		
<ul style="list-style-type: none"> Le poids minimum d'une livraison sera de 12 tonnes. Enlèvement garanti une fois par an pour les collectivités locales produisant moins de 12 t/an. 		

Sur le tonnage de déchets d'emballages ménagers plastiques dont la collectivité locale a la charge, de nombreuses restrictions ont été faites dans le cadre du dispositif de valorisation des DEM sur la nature des DEM plastiques à collecter et à trier en vue de leur recyclage.

Ces restrictions s'opèrent au travers des Prescriptions Techniques Minimales fixées en sortie de centre de tri par la filière Valorplast pour les DEM en matière plastique. Ne sont concernés par leur éventuelle valorisation matière les seuls DEM plastiques type corps creux (bouteilles, flacons, bidons ménagers).

Par la limitation faite sur les types de déchets d'emballages ménagers plastiques à collecter et à trier, seules trois matières plastiques sont aujourd'hui concernées par les Prescriptions Techniques Minimales : le PVC, le PET et le PEhd. Ce cahier des charges impose également des restrictions en terme de contenance des corps creux.

Sur les 900 000 tonnes d'emballages ménagers plastiques consommées, le gisement de corps creux potentiellement concerné par l'ensemble de ces dispositions correspond approximativement à un tiers de ce tonnage.

Ce cahier des charges n'est donc pas applicable aux autres déchets d'emballages ménagers plastiques, c'est-à-dire ni aux DEM en PP (même si ces DEM sont des corps creux), tous les films de suremballages, sacs et sachets en PEbd, ni aux DEM en PS et PSE ; ces déchets d'emballages doivent aujourd'hui être traités par d'autres moyens et d'autres organismes.²²

L'ensemble des prescriptions techniques ont également été traduites en « critères de conformité » applicables aux trois matières plastiques visées.

²² Cf. chapitres suivants pour plus de précisions concernant les autres voies de valorisation des DEM plastiques.



CRITERES DE CONFORMITE
Tolérances maximum sur une balle de 200 kg*

		TOLERANCES MAXIMUM			
	CRITERES	UNITES	P V C	P E T	P E H D
1	Flacons en plastique autre que le matériau principal	Flacon	80 (2 %)	80 (2 %)	80 (2 %)
2	- dont flacons opaques	Flacon	10 (0,2 %)	10 (0,2 %)	-
3	Flacons de capacité inférieure à 0,5 litre	Flacon	Sans objet	Sans objet	20 (0,5 %)
4	Flacons de capacité supérieure à 5 litres ²³	Flacon	Sans objet	Sans objet	0
5	Autres emballages en plastique	kg	2 (1 %)	2 (1 %)	2 (1 %)
6	Pollution diverse minérale et organique	kg	4 (2 %)	4 (2 %)	4 (2 %)
7	- dont verre/porcelaine + cailloux intérieur et extérieur	g	600 (0,3 %)	600 (0,3 %)	600 (0,3 %)
8	Papiers autres qu'étiquettes	kg	2 (1 %)	2 (1 %)	2 (1 %)
9	Flacons ayant contenu de l'huile alimentaire	Flacon	10 (0,2 %)	10 (0,2 %)	10 (0,2 %)
10	Flacons ayant contenu de ou ayant été souillés par huile moteur, produits phytosanitaires, peintures	Flacon	2 (- 0 %)	2 (- 0 %)	2 (- 0 %)
11	Flacons ayant contenu de ou ayant été souillés par produits toxiques et dangereux, seringues ²³	Flacon	0	0	0
12	Dimensions des balles - min. - max.	m	0,7 x 0,7 x 1 1,1 x 1,1 x 1,2	0,7 x 0,7 x 1 1,1 x 1,1 x 1,2	0,7 x 0,7 x 1 1,1 x 1,1 x 1,2
13	Densité apparente - min. - max.	kg/m ³	180 300	180 300	180 300
14	Livraison minimale	t	12	12	12

* Pour des balles de poids inférieur ou supérieur à 200kg, les valeurs des critères de conformité seront établies proportionnellement au poids réel des balles.

Le tableau suivant donne les tonnages des DEM plastiques récupérés et recyclés par la filière Valorplast en 1998 :

PVC PET PEhd <p style="text-align: center;">TOTAL</p>	6 612 tonnes 22 882 tonnes 5 256 tonnes <p style="text-align: right;">37 750 tonnes</p>
Films (expérimentation) Emballages rigides (expérimentation) <p style="text-align: center;">TOTAL</p>	422 tonnes 148 tonnes <p style="text-align: right;">570 tonnes</p>
TOTAL	38 320 tonnes

²³ Il est à noter que certains critères possèdent des tolérances équivalentes à zéro faute



Bien qu'en constante augmentation, le tonnage de DEM plastiques recyclé reste encore faible. La levée des freins²⁴ au développement de la récupération et du recyclage de ces matériaux permettra d'augmenter sensiblement ce tonnage.

2.2.5. Pour une meilleure prise en compte des attentes des collectivités locales

Si la pureté reste une exigence indispensable au recyclage actuel des DEM plastiques, d'autres considérations sont à prendre en compte dans la recherche d'une meilleure valorisation avec, en particulier, l'intérêt des collectivités locales.

- **Pour une qualité des matières recyclées en adéquation avec les applications**

De par le faible nombre d'unités de régénération, la diversité de traitement des déchets d'emballages ménagers plastiques est aujourd'hui limitée. Il n'y a pas autant de traitements et donc de nuances de qualités qu'il y a de débouchés possibles. Ainsi, les industries du recyclage des DEM plastiques suivent l'adage « qui peut le plus, peut le moins » : que la résine régénérée soit utilisée dans la fabrication de nouveaux emballages, de tuyaux d'assainissement ou de fibres textiles, les caractéristiques de la matière plastique recyclée sont aujourd'hui les mêmes, à savoir très hautes, quelle que soit l'application finale. Est-elle toujours accessible ou justifiée ? Cette haute qualité, parfois légitime en aval, devient alors exigible en amont. Le manque d'unités industrielles induit auprès des collectivités locales une exigence de haute qualité pour les DEM plastiques qu'elles mobilisent. Cette qualité peut être obtenue au prix de moyens techniques et financiers exorbitants supportés par elles seules.

Le nombre croissant de collectes sélectives devrait à l'avenir, par le tonnage des DEM plastiques récupéré, développer et multiplier les traitements de régénération de ces matériaux et devrait ainsi empêcher l'externalisation actuelle des coûts de traitements des DEM plastiques.

- **Vers un cahier des charges réalisable**

Même simplifiés²⁵, les critères de conformité restent aussi nombreux à respecter ; la non-conformité d'un seul de ces critères entraîne la non-conformité de la balle voire du lot. Pour chaque type de résine, les balles des DEM plastiques doivent respecter les 14 critères simultanément pour pouvoir être reprises par la filière. En plus de l'expression classique en nombre de flacon ou en kilo, le tableau (page 27) présente en première approximation les tolérances maximum en pourcentage pour chaque critère. Vu la faiblesse des taux d'indésirables acceptés dans chaque balle, les collectivités locales sont dans l'obligation de maîtriser entièrement la qualité des matériaux qu'elles mobilisent tout au long de la chaîne, de la collecte jusqu'au tri.

Si la communication réalisée auprès des citoyens permet un meilleur geste de tri, ses effets sont limités. Les collectivités locales doivent alors traiter un gisement contenant **fatalement** des indésirables (liquide résiduel, étiquettes en papier, bouchon, ...).

²⁴ Cf. Chapitre IV.4.

²⁵ Anciennement mesurées en unités difficilement appréhendables, les PTM ont été converties en critères de conformité (principalement des nombres de flacons à comptabiliser dans un échantillon donné).



En outre, par la recherche du captage maximum de DEM valorisables, les collectivités locales peuvent également choisir de faire entrer en centre de tri le maximum de DEM en allégeant les consignes de tri auprès des habitants. Cette stratégie permet aussi de ne pas modifier les habitudes de tri des habitants si des filières de valorisation viennent à se développer pour des matériaux non recyclés actuellement. Enfin, cette réflexion est fondée sur la recherche d'un coût optimisé de gestion des DEM plastiques valorisables. Aujourd'hui, l'exigence de qualité demandée par la Filière s'oppose à cette gestion optimisée des DEM voulue par les collectivités locales.

Les moyens techniques et humains mis en œuvre par le centre de tri doivent également être pris en compte dans la recherche de qualité des DEM plastiques mobilisés. Enlèvement des indésirables, séparation des résines, le tri des plastiques est généralement entièrement manuel (de rares collectivités expérimentent le tri automatique des DEM plastiques en centre de tri). Des erreurs humaines ne peuvent être exclues. Toutefois, certains critères ne permettent aucune erreur. Il n'est pas statistiquement raisonnable de demander un tel effort de tri quand seuls les moyens humains sont préconisés dans le tri de ces matériaux.

Des études sont en cours afin d'établir la probabilité qu'ont les collectivités de respecter, pour chaque résine triée, les 14 critères simultanément. Les premiers résultats montrent que cette probabilité est très faible. La méthode doit encore être appliquée à un nombre représentatif de collectivités afin de généraliser les résultats et d'en tirer les conséquences actuelles et futures.

Le tri du PEhd peut aussi induire l'opérateur de tri en erreur, par une confusion entre les produits acceptés et refusés. Certains produits ménagers étant souhaités, d'autres produits de même type étant refusés, les consignes en centre de tri se doivent d'être précises et respectées à la lettre.

Afin de garantir la conformité aux PTM des matériaux qu'elles mobilisent, certaines 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 DEM effectivement recyclables vers les refus de tri. Pourtant, les règles de dilution s'appliquent également pour un gisement de DEM ayant contenu des produits phytosanitaires ou considérés dangereux. Aujourd'hui, la mobilisation des DEM plastiques ne peut être optimisée pour des raisons de précaution envers des risques inexistantes.

Les connaissances et les techniques actuelles permettent de recycler l'ensemble des déchets d'emballages ménagers plastiques des collectivités locales livré à la filière Valorplast. Les débouchés pour ces matériaux sont :

Textile	63 %
Tubes	15 %
Chaussures (renforts)	7 %
Injection	1 %
Soufflage	1 %
Divers	13 %

(Source : Valorplast - 1998)



IV. EVOLUTIONS ET PERSPECTIVES

Afin de réaliser les objectifs fixés par la Directive européenne en matière de valorisation et de recyclage des déchets d'emballages, de nouvelles pistes sont actuellement explorées en particulier dans le domaine des déchets d'emballages ménagers.

1. Les voies nouvelles de recyclage

Le taux de valorisation globale peut être largement respecté par l'apport de la valorisation énergétique. Il reste néanmoins à respecter les 15% de valorisation matière demandés pour chaque matériau qui, pour atteindre cet objectif, demandent de nouveaux efforts et développements.

Plusieurs voies nouvelles de recyclage sont étudiées afin d'étendre l'utilisation des matériaux plastiques récupérés.

1.1. L'expérimentation RECYPLASTURGIE

Par le cahier des charges imposé en sortie de centre de tri, les filières garanties relatives aux DEM plastiques ne concernent jusqu'à présent qu'un tiers du gisement plastique à la charge des collectivités locales : les corps creux.

Afin d'étudier la faisabilité technique mais surtout économique du recyclage des autres DEM plastiques, une expérimentation a été lancée depuis janvier 1998 sur l'extension du gisement collectable plastique et ce, pour une durée d'un an et demi environ.

Douze sites-pilotes ont été choisis parmi les collectivités locales ayant mis en place une collecte sélective pour collecter et trier deux nouveaux types de déchets d'emballages ménagers, jusqu'alors considérés comme des refus de tri :

- emballages souples hors PTM ;
- emballages rigides hors PTM.

Un cahier des charges, encore expérimental, a été établi pour les deux nouveaux gisements plastiques collectés, en plus des PTM applicables aux trois gisements classiques (PEhd, PET, PVC).

Ce nouveau cahier des charge se présente comme suit :



EMBALLAGES SOUPLES		EMBALLAGES RIGIDES	
1. DEFINITION DU PRODUIT			
<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS ACCEPTEES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacs de petite et moyenne taille à base de polyoléfines (PE ou PP) tels que sacs de sortie de caisse, cabas boutique, emballages de fruits et légumes, ... ; • Grand sacs (bricolage, jardinerie, ...) ; • Housse (électroménager, ameublement, outillage, ...) ; • Suremballages (pack d'eau, de boisson, de conserve, ...). <p><u>Nota</u> : les sacs de collecte sélective et les emballages industriels et commerciaux sont acceptés par les industriels mais ne sont pas soutenus financièrement par Eco-Emballages.</p>		<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS ACCEPTEES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Corps creux opaques à base de polyoléfines (PE ou PP) restants après tri des corps creux aux PTM Valorplast sans limite de volume. <p><u>Nota</u> : les corps creux aux PTM Valorplast auront été préalablement extraits..</p>	
<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS REFUSES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tous les films et emballages souillés par des aliments ou autres matières fermentescibles. 		<p style="text-align: center;"><u>PRODUITS REFUSES</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Emballages de produits toxiques, chimiques, dangereux ; • Bouteilles d'huile alimentaire ; • Blisters, coques, ... ; • Barquettes, pots ; • Tout emballage souillé par des aliments ou autres matières fermentescibles. 	
2. CARACTERISTIQUES			
<u>PRODUITS INDESIRABLES</u>		<u>PRODUITS INDESIRABLES</u>	
<u>VALEURS</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • Les tolérances maximum d'impuretés sont à ce jour non définies mais s'inscrivent dans la logique des critères de conformité appliqués pour les corps creux. 			
3. CONDITIONNEMENT ET LIVRAISON			
Conditionnement en balles de dimensions et de densité identiques à celles des corps creux Valorplast.			
<u>DIMENSIONS</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • La dimensions des balles finies doit être comprise entre 0,7 x 0,7 x 1 m et 1,1 x 1,1 x 1,2 m. • Une tolérance de 1,2 x 1,2 x 1,3 m peut être accordée sous réserve que les balles puissent se déliter correctement et sans perte de produit. 			
<u>DENSITE</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • La densité des balles doit être comprise entre 180 et 300 kg/m³. 			
<u>LIVRAISON</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • Le poids minimum d'une livraison sera de 12 tonnes. • Enlèvement garanti une fois par an pour les collectivités locales produisant moins de 12 t/an. 			



Plusieurs recycleurs se sont réunis au sein de RECYPLASTURGIE pour étudier la faisabilité technique et économique de telles filières. Dans ces nouvelles conditions techniques et économiques, le gisement potentiellement recyclable serait augmenté du tonnage des films qui s'élève aujourd'hui à 150000 tonnes.

Quelques résultats ont pu être extraits en milieu d'étude :

- de par la hauteur du cahier des charges déjà fixé pour ces nouveaux gisements, un tri négatif²⁶ ne peut être effectué ;
- il n'y a pas eu d'augmentation sensible du gisement collecté dans les sites-pilotes. Il est à noter que les consignes de tri n'ont pas été changées auprès des citoyens ;
- avérée pour certains recycleurs, la faisabilité technique ne l'est pas pour d'autres ;
- la faisabilité économique reste également à vérifier. Elle semble possible par l'intégration du recyclage de ces matériaux dans l'ensemble de la chaîne. Les matériaux régénérés ayant peu de valeur ajoutée, les débouchés se doivent d'être des produits finis pour trouver une rentabilité économique.

L'extension du gisement plastique valorisable repose aujourd'hui sur les mêmes principes que les autres filières de matériaux mises en place par Eco-Emballages : un cahier des charges unique est défini, applicable auprès de toute collectivité locale ayant opté pour la garantie de reprise. Chaque recycleur connaît donc précisément la qualité des balles qui lui sont livrées. Si l'un d'eux est défaillant, un autre recycleur a la possibilité technique de traiter son gisement et ce, sur l'ensemble du territoire.

Cette recherche de pérennisation des filières et des débouchés induit toutefois auprès des collectivités locales des contraintes de qualité de plus en plus lourdes. En effet, le cahier des charges est défini comme la qualité la plus faible que peut traiter le moins performant des recycleurs ; même si une grande partie des recycleurs peuvent traiter des matériaux de moindre qualité. Ce principe conduit à lever considérablement le niveau de qualité demandé en sortie de centre de tri. Une attention particulière doit être portée sur ce point afin que ce principe ne devienne pas un frein au développement de nouvelles technologies en permettant de retarder la modernisation des équipements de régénération ou de recyclage.

Enfin, plus que les autres matériaux, le recyclage des plastiques dépend des efforts et des innovations de tous les régénérateurs et recycleurs. Si cette expérimentation se conclue par l'extension effective du recyclage des DEM plastiques, elle doit pouvoir bénéficier de toute la liberté d'action d'une filière à part entière de matériaux.

1.2. Le recyclage des plastiques en mélange

De nombreux recycleurs n'envisagent la pérennité du recyclage des plastiques qu'au travers de la recherche d'une matière régénérée parfaitement purifiée, matière qui sera utilisée en substitution de la matière vierge.

²⁶ L'opération de tri négatif (≠ tri positif) consiste à extraire d'un flux une ou plusieurs fractions de déchets indésirables pour ne conserver en fin de tri qu'une fraction résiduelle valorisable (définition d'après le Glossaire du Cercle National du Recyclage - mars 1997).



Mais de nouvelles voies de recyclage, moins lourdes et aussi polyvalentes, semblent aujourd'hui s'ouvrir pour les matières plastiques issues des déchets d'emballages ménagers. Ces voies étudient la faisabilité du recyclage des plastiques en mélange. De nombreuses expériences ont été lancées sur le sujet dont la plus connue reste incontestablement la fabrication de piquets de vigne et de pieux pour la mytiliculture en plastique mélangé, utilisés en substitution du bois. Si ces applications sont techniquement possibles, elles ne permettent pas de créer un nouveau marché et encore moins de le pérenniser ; à l'inverse du bois qu'ils remplacent, les piquets et les pieux en plastique recyclé sont imputrescibles...

Aujourd'hui, les efforts des recycleurs impliqués dans le recyclage des plastiques mélangés se concentrent sur la fabrication de produits finis ou semi-finis prêts à l'emploi pour plusieurs raisons :

- le traitement de ces matières se veut le moins lourd possible : pas ou peu de lavage, un broyage suivi ou précédé d'un tri sommaire et une granulation. La matière qui en est issue est de qualité modeste et donc possède une faible valeur ajoutée ;
- les applications présumées restent des pièces plutôt massives. En effet, les caractéristiques mécaniques des plastiques mélangés étant limitées (à cause de la non-miscibilité des nombreux polymères en présence), le volume des objets peut compenser la faiblesse des propriétés ;
- pour trouver une rentabilité économique au recyclage des plastiques mélangés et leur apporter une réelle valeur ajoutée, la chaîne de transformation doit être aussi courte que possible et intégrer toutes les étapes : de la « régénération » à la transformation finale en produits finis.

Les produits actuellement fabriqués en plastiques mélangés peuvent être répertoriés en deux catégories :

- Matériaux de construction
(piquets, planches, plaques pour cloisons, pontons, renforts de berges, ...) ;
- Mobilier urbain
(bancs, tables, bacs à fleurs, panneaux de signalisation, ...).

Si la première catégorie de produits cherche encore sa clientèle, la seconde concurrence directement les produits fabriqués à partir de matière vierge et peut développer un marché spécifique.

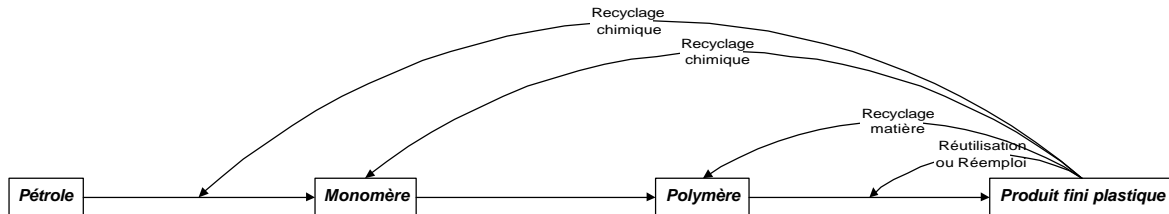
Contrairement aux autres matériaux, les matières plastiques issues des déchets d'emballages ménagers doivent, avant tout recyclage, trouver - en plus des débouchés - un véritable marché. Une fois les difficultés techniques surmontées, reste à trouver le bénéfice économique.

Si la voie du recyclage des plastiques en mélange paraît intéressante que ce soit au niveau économique (coûts de tri et de régénération limités, affranchissement de l'enfermement dans la filière et de ses conditions) ou environnemental (valorisation matière offerte à des déchets d'emballages ménagers plastiques qui en étaient jusqu'alors écartés), elle semble n'être suivie que par quelques recycleurs sensibles aux limites des traitements lourds et coûteux de purification des déchets plastiques.



1.3. La valorisation chimique

Parmi les développements des techniques de valorisation des déchets plastiques, une voie se dévoile aujourd'hui. Appelée valorisation chimique, recyclage chimique ou recyclage matière première, cette voie repose sur la décomposition des macromolécules constitutives des polymères en matières premières réutilisables :



Deux techniques de valorisation chimique sont actuellement à l'étude dans les industries de raffinage et de pétrochimie : la première permet de revenir au monomère de départ par une dépolymérisation, la seconde va plus loin en amont et fait revenir les polymères en produits pétrochimiques de base (pétrole ou naphta).

1.3.1. Le procédé Trédi

Le projet de valorisation chimique suivant le procédé Recopet repose sur le recyclage chimique des déchets d'emballages en PET. Il est actuellement conduit par Trédi et utilisé par Polyphénix.

La première phase consiste à broyer et à séparer les déchets pour en éliminer les impuretés. Puis une réaction chimique (la dépolymérisation) permet de récupérer les deux constituants de base du PET. Une opération finale élimine les colorants et les dernières impuretés encore présentes. Les produits obtenus, d'un degré de pureté comparable à celui des produits de première synthèse, permettent leur utilisation dans les mêmes conditions que les matières premières vierges.

La faisabilité de cette technique, testée d'abord en laboratoire, a également été validée au niveau industriel. L'avantage de ce procédé est qu'il permet de recycler des déchets plastiques souillés et/ou mélangés, même à de fortes proportions (jusqu'à 10% d'impuretés et de résines étrangères) sans avoir à effectuer des surtris poussés.

1.3.2. Le procédé TBI

Ce projet concerne également la valorisation chimique du PET mais les produits obtenus après réaction sont différents : des produits de base comme le méthanol qui pourra être utilisé comme combustible et des composants synthétiques d'un autre polymère, le polyuréthane (PU). Plus régulières, les mousses de PU obtenues à partir de ces composés présentent d'excellentes propriétés thermiques et dimensionnelles. Une unité de préindustrialisation fonctionne depuis maintenant un an. Des modifications techniques ont été effectuées afin d'améliorer encore le procédé.



Si les deux techniques présentées, considérées comme techniquement possibles, paraissent attrayantes au vu des importants tonnages prévisionnels traités, elles restent peu développées aujourd'hui. L'équipement industriel nécessaire à une telle valorisation est lourd et accessible à peu de structures. La rentabilité économique reste également à trouver.

L'intérêt d'une telle valorisation est néanmoins considérable puisqu'elle permettrait d'alléger certaines contraintes de qualité qui pèsent actuellement sur les collectivités.

2. De nouvelles matières en perspective

Tout au long de ce dossier ont été présentées les multiples facettes des matières plastiques : de leur généreuse utilisation dans tous les domaines d'activités pour leurs propriétés remarquables aux conséquences qu'elles génèrent dès leur « transformation » en déchet.

Comme tout matériau utilisé dans les secteurs d'activités pointus, la priorité des matières plastiques est de répondre à un cahier des charges, de plus en plus complexe et contraignant. L'emballage fait partie aujourd'hui de ces secteurs de pointe. Résistant aux chocs, aux températures, à la lumière, au contenu tout en préservant ce même contenu pendant sa durée de vie : afin de répondre à ces cahiers des charges, autant de polymères différents sont utilisés dans le domaine de l'emballage : PEhd, PEbd, PET, PVC, PS, PP, ... L'ère de l'élimination inconsciente des déchets terminée, cette multitude de matières plastiques présente dans les ordures ménagères pose aujourd'hui d'énormes problèmes de valorisation pour tous les acteurs en aval de l'emballage.

En recherche d'innovation constante, le secteur de la plasturgie propose encore de nouvelles résines toujours plus performantes. C'est ainsi qu'est apparu il y a quelques années la bouteille de jus de fruit en PAN²⁷ sur les rayonnages des magasins mais aussi dans les centres de tri. Si le polymère en lui-même n'était pas nouveau, son application dans le domaine de l'emballage l'était foncièrement. Non informés et par suite, non préparés à ce nouveau venu, les collectivités locales et les recycleurs ont violemment réagi d'abord par un vent de panique puis de mécontentement général vis à vis des matières plastiques, dénonçant les décisions unilatérales prises par les conditionneurs.

Pourtant, les limites actuelles de la valorisation matière de ces produits ne doit pas provoquer la limitation des matières utilisées. Elles doivent au contraire faire progresser les technologies pour synthétiser des matériaux qui intègrent, dès leur conception, leur fin de vie et leur future valorisation. Plusieurs réflexions parallèles sont menées pour que les différentes valorisations soient prises en compte dès la conception des emballages.

La première réflexion a trait au dispositif français de valorisation des déchets ménagers. Les négociations entre tous les acteurs impliqués dans ce dispositif (Pouvoirs Publics, collectivités locales, sociétés agréées, producteurs et conditionneurs) ont abouti à l'élaboration d'un nouveau barème amont²⁸. Ce nouveau barème intègre une disposition spécifique pour certains corps creux rigides recyclés remplacés par des emballages rigides sans filière de recyclage.

²⁷ Cf. GLOSSAIRE p. 41.

²⁸ Ce barème fixe le montant des contributions à payer aux sociétés agréées par les producteurs et conditionneurs d'emballages au titre de la prise en charge de la responsabilité d'élimination.



Cette disposition s'adresse tout particulièrement aux futurs emballages plastiques fabriqués jusqu'alors en PEhd, PVC ou PET et dont la résine sera remplacée par une autre résine plus « exotique ». Un doublement de la contribution totale est prévu à partir de l'année 2000 sauf si est mise en place une filière de recyclage de ces déchets dans les deux ans.

La deuxième réflexion est tenue par la Chambre Syndicale des Emballages en Matière Plastique (C.S.E.M.P.). Cette dernière a créé au cours de l'année 1998 une section « Recycleurs ». Cette section rassemble de nombreux fabricants d'emballages et recycleurs. Une collaboration plus étroite entre tous les acteurs est depuis instaurée au travers de plusieurs groupes techniques, abordant des problèmes particuliers. Ainsi, la réflexion relative à la commercialisation d'une bouteille de bière en PET multicouche a bénéficié du concours de l'ensemble des acteurs impliqués, de la conception jusqu'à son éventuel recyclage.

Enfin, réunis dans le cadre du Conseil National de l'Emballage (C.N.E.), tous les acteurs de la chaîne emballage²⁹ travaillent à l'élaboration d'une politique incitative de prévention des déchets. La traduction de cette troisième réflexion a été l'édition en 1998 du « Catalogue de la prévention des déchets d'emballages ». Il répertorie une centaine de produits et de marques pour lesquels des entreprises ont réduit l'emballage à la source, c'est-à-dire lors de sa conception ou de sa fabrication. Cette initiative répond à la transposition française de la Directive européenne relative à la conception des emballages qui prévoit une grande part pour la prévention.

Si les industriels ont perçu toute la pertinence d'établir une concertation entre toutes les professionnels de la plasturgie pour mieux anticiper le devenir des matériaux en fin de vie, ils ne doivent pas oublier le rôle essentiel joué par les collectivités locales. Maillon indispensable au développement et à la pérennisation de la valorisation des déchets d'emballages, les collectivités locales ont une place à prendre dans toutes les instances travaillant sur la conception des emballages. Pour qu'une autre « affaire PAN » ne se reproduise pas.

3. Une législation en évolution

Des préconisations relatives à la conception d'emballages plus respectueux de l'environnement sont inscrites dans la Directive européenne 94/62/CE régissant les emballages et les déchets d'emballages. Pourtant, ces dispositions n'ont été transposées dans la législation française qu'en 1998, par le décret 98/638 du 20 juillet. Ce décret impose aux emballages de satisfaire à des exigences essentielles portant sur :

- la fabrication et la composition de l'emballage ;
- le caractère réutilisable ou valorisable de cet emballage (recyclage, valorisation énergétique, ...).

Ces exigences essentielles seront bientôt reprises par des normes, actuellement en cours d'élaboration, qui serviront de guides méthodologiques à suivre par les producteurs d'emballages. Un dossier complet sera établi à chaque conception d'un nouvel emballage. Ce dossier comportera :

²⁹ Filières de matériaux, sociétés agréées, fabricants d'emballages, entreprises de biens de consommation, distributeurs, associations de consommateurs et de protection de l'environnement, collectivités locales.



- une déclaration attestant la conformité de l'emballage aux exigences essentielles ;
- une documentation technique relative à la conception et à la fabrication de l'emballage (description générale, dessins de conception, composition) ;
- la liste des normes appliquées et les résultats qui en sont issus.

Des contrôles pourront être effectués auprès des fabricants d'emballages. Seront alors puni tout contrevenant à l'une des exigences essentielles.

Ces mesures permettront d'éviter la mise sur le marché de produits qui, au vu des différentes législations, ne sont pas considérés comme respectueux de l'environnement. Malgré cela, ces mesures ne faciliteront pas la tâche de collecte et de tri des collectivités locales ; par exemple, bien que difficilement recyclables, les emballages complexes répondront tout de même aux exigences essentielles car ils pourront être valorisés énergétiquement. Valables pour les multicouches, cette remarque l'est également pour les emballages utilisant une nouvelle résine.

Il pourrait alors être pertinent d'élargir et de généraliser le marquage des emballages plastiques par la (les) signalétique(s) reconnue(s) à l'heure actuelle, spécifique(s) pour chaque matière constitutive des produits.

Par ce décret et les prochaines normes qui lui seront liées, une attention particulière a été portée sur la modernisation des emballages et leur respect à des exigences portant sur la protection des produits et des consommateurs mais également sur la fin de vie de ces emballages. De par leur conception, les prochains emballages seront tous valorisables. Leur valorisation effective demandera encore de nombreuses réflexions.

4. La levée des freins à l'utilisation de matière plastique recyclée

La limite au développement de l'utilisation de matière régénérée dans la fabrication de nouveaux produits n'est plus aujourd'hui une véritable limite technique. Même les polymères thermodurcissables, jusqu'à présent jugés non recyclables car non transformables³⁰, peuvent maintenant être utilisés, une fois broyés, en tant que charges dans d'autres matériaux (polymères ou composites).

4.1. Une activité économique à créer

Les limites se révèlent être plutôt économiques. Le domaine du recyclage des plastiques connaît actuellement une période de grande turbulence. Les cours des matières premières plastiques ont considérablement chuté ces derniers mois. Cette chute a été accentuée par le bas prix du pétrole, directement lié au prix des matières synthétiques que sont les polymères. Cet effondrement a sans nul doute des incidences sur le marché des matières régénérées. Pourquoi acheter une résine recyclée quand une résine vierge est proposée quasiment au même prix ? Se devant d'être toujours proposées à un prix concurrentiel par rapport aux matières premières, les matières régénérées subissent de plein fouet les cours plus que fluctuants du pétrole et des matières plastiques vierges.

³⁰ Cf. chapitre 1.2. Les polymères.



De plus, malgré les tonnages grandissants de déchets d'emballages ménagers plastiques collectés, les coûts de surtri et de régénération également restent importants. Aujourd'hui, les industriels recycleurs doivent affronter une rude concurrence pour développer et pérenniser l'utilisation de matière première secondaire dans la fabrication des produits finis en plastique.

Le recyclage des déchets d'emballages ménagers plastiques ne trouvera de légitimité économique que lorsque les tonnages traités seront considérables au point de générer, par leur importance, un véritable marché. La multiplicité des débouchés permettront également de déconnecter en partie ou en totalité le prix des matières plastiques régénérées de celui des matières vierges et de créer un véritable marché économique.

4.2. Mieux identifier le rôle joué par les normes

En plus des limites économiques à lever, d'autres éléments ont été identifiés comme des freins à l'élargissement des débouchés pour les matières plastiques issues des déchets d'emballages. Les premiers éléments incriminés sont les normes applicables aux produits finis. Elles sont accusées d'empêcher l'introduction de matière régénérée en quantité importante dans la fabrication d'objets plastiques. Pourtant, les normes ne donnent aucune préconisation précise quant au matériau à utiliser (exception faite de la présence en métaux lourds ou matériaux dits dangereux). Mais, de par les performances qu'elles imposent (résistance au vieillissement, aux chocs, etc.), les normes peuvent écarter ou limiter la présence de plastique recyclé post-consommation dans les produits finis.

Des réflexions sont actuellement menées³¹ afin de déterminer le rôle exact que peuvent jouer les normes dans l'évolution de l'utilisation de plastique recyclé pour la fabrication de produits finis.

4.3. Deux opérations fortes de développement

Enfin, bien que radicalement différentes, deux opérations ont été mises en place dans le seul but de développer l'utilisation de matière régénérée issue des déchets d'emballages ménagers plastiques. La première concerne un procédé technologique, la seconde une démarche durable.

4.3.1. Du recyclé dans l'emballage

Jusqu'à présent, une bouteille boisson plastique ne pouvait redevenir une bouteille boisson ; les différents procédés de recyclage des matières plastiques issues des déchets d'emballages ménagers ne permettant pas à la matière régénérée d'être utilisée dans l'emballage alimentaire.

³¹ Ces réflexions sont menées par le groupe de travail « Normes » de l'AMF.



Aujourd'hui, grâce à une nouvelle technologie appelée Supercycle, l'entreprise SCHMALBACH-LUBECA a reçu des autorités sanitaires françaises l'approbation de produire du PET recyclé pouvant être destiné à l'emballage alimentaire et ce, pour une durée de deux ans (jusqu'en décembre 1999). Les étapes préparatoires restent des opérations de régénération classiques mais la phase Supercycle consiste à faire subir aux granulés régénérés de PET une dernière réaction chimique de polycondensation. Cette réaction purifie la matière de façon intrinsèque, expulsant littéralement tous les indésirables encore présents. Equivalente à du PET vierge, cette matière peut être utilisée dans toutes les applications, sans exception.

Avec l'agrément donné par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique (C.S.H.P.), s'ouvrent aujourd'hui de nouvelles perspectives pour l'écoulement des déchets d'emballages ménagers plastiques recyclés. La plus grande application des matières plastiques vierges deviendrait accessible aux matières recyclées : l'emballage. Reste à savoir si l'agrément donné pour ce débouché s'avérera durable.

4.3.2. Une promotion durable des produits recyclés

La seconde opération de développement de l'utilisation de déchets d'emballages ménagers plastiques régénérés s'intègre dans une démarche plus globale de promotion des produits recyclés.

Pour créer et développer un marché durable de produits recyclés, il fallait avant tout le faire connaître. Les acheteurs potentiels de produits fabriqués à partir de matière régénérée ne possédaient auparavant aucune information sur la composition des produits et sur les différents lieux d'achat possibles. Parallèlement, les entreprises ne communiquaient pas sur le sujet, ne voyant pas la notion recyclée comme un argument de vente.

C'est pourquoi, à l'initiative du Cercle National du Recyclage et en collaboration avec l'ADEME, l'Association des Maires de France et le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, un Annuaire des produits recyclés³² a été réalisé afin de promouvoir les produits recyclés d'une part et d'enclencher une demande et, par suite, un marché de ces produits de l'autre. Cet Annuaire recense aujourd'hui plus de 150 types de produits fabriqués à partir de matière recyclée (principalement des produits contenant du papier-carton ou du plastique issu des déchets d'emballages ménagers) et autant de fournisseurs.

Bien que l'intérêt des acheteurs potentiels pour une telle initiative ne semble pas se concrétiser systématiquement par une démarche d'achat, ces acheteurs que sont les collectivités locales, les entreprises et le grand public sont aujourd'hui sensibilisés à la recherche de pérennité pour les produits recyclés.

Au-delà du développement local et ponctuel du recyclage de déchets d'emballages ménagers plastiques, cette démarche globale de promotion des produits recyclés relève des réflexions de développement durable : préservation des ressources, création d'une activité économique solide.

³² L'Annuaire des produits recyclés est disponible auprès du secrétariat du Cercle National du Recyclage.



CONCLUSION

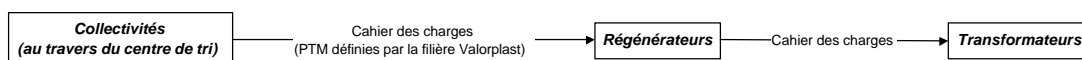
De la synthèse des polymères à la fabrication des emballages plastiques puis de la consommation de ces emballages à la valorisation des déchets qui en sont issus, ce dossier offre, au travers de ces deux itinéraires, un examen approfondi du devenir des matières plastiques utilisées dans l'emballage.

Dans un souci d'objectivité et de progrès, ce dossier est une base de réflexion, où chacun peut apporter sa motivation, pour une meilleure gestion des DEM plastiques.

Par la présentation de la situation actuelle de la valorisation, et particulièrement du recyclage, des déchets d'emballages ménagers plastiques se révèle l'ensemble des difficultés de développement de ces nouveaux modes de traitement.

Ainsi, le développement du recyclage est subordonné à l'assouplissement ou la levée de certaines contraintes :

- la multiplication des programmes d'études et de R&D peut repousser encore les limites techniques du recyclage des matières plastiques mobilisées par les collectivités locales ;
- pour chaque étape du circuit emprunté par les DEM plastiques, le cahier des charges doit être défini en concertation avec tous les acteurs impliqués :



Prenant ainsi en considération les obligations et les attentes de chacun, ce cahier des charges sera mieux compris et mieux respecté.

La concertation instaurera également une plus grande réactivité dans la définition de ces cahiers des charges. Ainsi, la mise en place de nouvelles techniques plus performantes de tri et de régénération en aval doit avoir une répercussion rapide et positive sur les exigences de qualité demandées en amont (ex. : l'élimination par les collectivités locales des bouteilles de PAN et des bouchons est devenue totalement inutile depuis que des techniques d'élimination automatique de ces indésirables sont généralisées dans les unités de régénération) ;

- l'établissement d'un véritable marché des produits recyclés, notamment plastiques, lèvera de fait l'enfermement subi par les collectivités locales dans les débouchés actuels imposés pour les matériaux qu'elles mobilisent. En effet, identifiant une nouvelle activité économique durable, les entreprises multiplieront les initiatives de récupération, de recyclage et de transformation des matières plastiques issues des déchets d'emballages ménagers. Elles offriront ainsi aux collectivités un véritable choix dans les débouchés possibles.



GLOSSAIRE

EVOH	Alcool polyvinylique
IR	Polyisoprène de synthèse
NBR	Copolymère acrylonitrile-butadiène (Buna N)
NR	Polyisoprène (caoutchouc naturel)
PA	Polyamide (6-6 : Nylon®)
PAN	Polyacrylonitrile
PB	Polybutadiène
PC	Polycarbonate
PE	Polyéthylène
PEbd (ou LDPE)	Polyéthylène basse densité (low density)
PEhd (ou HDPE)	Polyéthylène haute densité (high density)
PEN	Polyéthylène naphthalate
PET	Polyéthylène téréphtalate
PMMA	Polyméthacrylate de méthyl (Plexiglas®, Altuglas®)
PP	Polypropylène
PS	Polystyrène
PSE	Polystyrène expansé
PTFE	Polytétrafluoroéthylène (Téflon®)
PU	Polyuréthane
PVC	Polychlorure de vinyle
SBR	Copolymère styrène-butadiène (Buna S)

T_g	Température de transition vitreuse
T_F	Température de fusion
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
X_P	Taux de cristallinité massique
X_V	Taux de cristallinité volumique

DEM	Déchets d'emballages ménagers
DIB	Déchets industriels banals
DIC	Déchets industriels commerciaux

LES ACTEURS

ADELPHE

39, rue Saint-Lazarre
75 009 PARIS
Tél. : 01.49.70.84.00.

ADEME (AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAITRISE DE L'ENERGIE)

2, square Lafayette
BP 406
49 004 ANGERS cedex 01
Tél. : 02.41.20.41.12.
Fax : 02.41.87.23.50 .

CERCLE NATIONAL DU RECYCLAGE

23, rue Gosselet
59 000 LILLE
Tél. : 03.20.85.85.22.
Fax : 03.20.86.10.73.
E-mail : cnr@nordnet.fr

C.S.E.M.P. (CHAMBRE SYNDICALE DES EMBALLAGES EN MATIERE PLASTIQUE)

5, rue de Chazelles
75 017 PARIS
Tél. : 01.46.22.33.66.
Fax : 01.46.22.02.35.

ECO-EMBALLAGES

44, avenue Georges Pompidou
BP 306
92 302 LEVALLOIS-PERRET cedex
Tél. : 01.40.89.99.99.
Fax : 01.40.89.99.88.

ECOFUT

5, rue de Chazelles
75 017 PARIS
Tél. : 01.40.53.93.91.
Fax : 01.42.12.05.45.

ECO-PSE

Le diamant A
92 909 PARIS La Défense cedex
Tél. : 01.46.53.11.34.
Fax : 01.46.53.10.72.

FEDERATION DE LA PLASTURGIE

65, rue de Prony
75 854 PARIS cedex 17
Tél. : 01.44.01.16.16.
Fax : 01.44.01.16.55 .

FEDEREC (FÉDÉRATION NATIONALE DE LA RECUPERATION ET DU RECYCLAGE)

101, rue de Prony
75 017 PARIS
Tél. : 01.40.54.01.94.
Fax : 01.40.54.77.87.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT DIRECTION DE LA PREVENTION

DES POLLUTIONS ET DES RISQUES
SOUS-DIRECTION DES PRODUITS ET DES DECHETS
20, avenue de Ségur
75 302 PARIS 07 SP
Tél. : 01.42.19.20.21.
Fax : 01.42.19.14.68.

RECYFILM

65, rue de Prony
75 854 PARIS cedex 17
Tél. : 01.44.01.16.51.
Fax : 01.47.54.01.92.

S.N.R.M.P. (SYNDICAT NATIONAL DU RECYCLAGE DES MATIERES PLASTIQUES)

65, rue de Prony
75 854 PARIS cedex 17
Tél. : 01.44.01.16.30.
Fax : 01.44.01.16.60.

S.P.M.P. (SYNDICAT DES PRODUCTEURS DE MATIERES PLASTIQUES)

Immeuble Le Diamant A
14, rue de la république
92 909 PARIS la Défense cedex
Tél. : 01.46.53.10.53.
Fax : 01.46.53.10.73.

VALORPLAST

Immeuble Le Diamant A
14, rue de la république
92 909 PARIS La Défense cedex
Tél. : 01.46.53.10.95.
Fax : 01.46.53.10.90.

