

Quel devenir pour les déchets plastiques ?

Valérie Massardier* docteur-ingénieur

Les déchets plastiques correspondent à des quantités importantes (plus de 2 millions de tonnes par an en France) mais sont dans leur ensemble valorisables et constituent un potentiel considérable de matière et d'énergie. Deux voies peuvent donc être envisagées : régénération des matériaux en de nouveaux objets (moins de 8 % en 1994) [1] et valorisation énergétique (37 % en 1993) [2] avec des contraintes liées à la protection de l'environnement de plus en plus sévères. La politique actuelle met l'accent sur le recyclage des polymères qui devraient maintenant avoir plusieurs vies avant d'être incinérés avec valorisation énergétique.

La société de consommation est productrice de biens très divers parmi lesquels les plastiques occupent une part croissante. Très légers par rapport à leurs équivalents fonctionnels en bois, carton, papier...[3], ceux-ci génèrent des volumes importants de déchets divers (emballages...) souvent issus des ménages. Alors que la valorisation des déchets industriels peut se faire assez simplement, la récupération et le recyclage des ordures ménagères, dispersées dans les foyers, sont beaucoup plus délicats à réaliser. Ainsi, au niveau de la

production et de la transformation de résines, le recyclage interne se fait à des taux élevés, respectivement égaux à 75 et 65 % [2]. Il existe un certain nombre de sociétés spécialisées dans la récupération de chutes de fabrication [4]. Les ordures ménagères contiennent entre 7 et 10 % de plastiques correspondant à des emballages pour les 2/3. Les plastiques, qui permettent de conditionner de plus en plus de denrées, représentaient 11 % de la production totale d'emballages en 1990, soit 1,2 million de tonnes. Toutefois, après avoir rempli leur fonction, ces emballages vont nourrir les flux de déchets ménagers. Ils y occupent une place importante (10 % de plastiques dans les ordures ménagères) mais sont dans leur ensemble valorisables et représentent un potentiel considérable de matière et d'énergie.

En ce qui concerne les déchets plastiques, deux voies peuvent être envisagées : régénération des matériaux en de nouveaux objets et valorisation énergétique avec des contraintes liées à la protection de l'environnement de plus en plus strictes [5].

Si l'on se réfère aux directives de la conférence de Nairobi (1989), de la CEE, du gouvernement français [5] et du Gecom (Groupement d'étude pour le conditionnement moderne) (maintenant Valorplast) [6], c'est la première voie qui devrait revêtir de plus en plus d'importance dans les années à venir. Pour l'an 2000, la politique du gouvernement français vise à accroître la valorisation des déchets ménagers et industriels. Pour les premiers, les objectifs sont de traiter 70 % des déchets solides en vue d'une valorisation énergétique ou d'une récupération de matériaux et,

Sigles et définitions

ABS	Acrylonitrile-Butadiène-Styrène
BMC	Bulk moulding compound
DIB	Déchets industriels banals
Micronisation	Broyage très fin.
OM	Ordures ménagères
PE	Polyéthylène
PEbd	Polyéthylène basse densité
PEhd	Polyéthylène haute densité
PET	Polyéthylène téréphtalate
PP	polypropylène
PPMA	Polyméthacrylate de méthyle
PS	polystyrène
PVC	Polychlorure de vinyle
Recyclage	Moyens de valorisation des déchets dans leur utilisation première ou dans une autre utilisation, à l'exception de la valorisation énergétique.
Régénération	Remise sous forme de matière première, généralement par regranulation.
SBC	Copolymère bloc styrénique
SMC	Sheet moulding compound (moulage de feuilles)

pour les seconds, d'augmenter la part du recyclage de 30 à 50 %. Quant aux industriels de l'emballage [7], ils considèrent qu'il est possible d'atteindre 18 à 22 % de récupération-recyclage et 50 à 55 % de valorisation énergétique sans rejets polluants pour 2002.

Si l'on examine la situation, le recyclage des plastiques comporte des avantages économiques et écologiques par rapport à l'incinération [8], productrice de nouveaux déchets solides (mâchefers, cendres, déchets de neutralisation des fumées) et de dioxyde de carbone

* Laboratoire de chimie physique appliquée et environnement, bât. 404, INSA de Lyon, 69621 Villeurbanne Cedex.
Tél. : 72.43.81.76. Fax : 72.43.85.14.

Tableau I - Valorisation des plastiques séparés.

Objectifs	Filières	Exemples
Valorisation énergétique	Combustion	Incinération en cimenterie de broyats de PEhd.
	Élaboration de combustibles dérivés procédés thermiques (pyrolyse, gazéification)	Décomposition thermique contrôlée en vue d'obtenir des hydrocarbures gazeux, liquides et solides.
Valorisation de matières premières	Matières premières organiques (naturelles et de synthèse)	Décomposition chimique des polyesters, polyamides, polyuréthannes, polycarbonates (au stade pilote). Recyclage chimique des déchets de PMMA.
Valorisation en science des matériaux	Liants hydrauliques et matériaux de structure	Régénération de PE, PP, PVC pour la production de tubes pour le bâtiment Fabrication de piscines avec des chutes et déchets de PP homopolymère Développement d'un procédé pour densifier tous types de déchets d'emballage en PS expansé, pour notamment une utilisation en travaux publics, comme remblai allégé Récupération de PEhd pour faire des tubes pour le bâtiment Régénération des bouteilles de plastique comme additif aux brais servant à fabriquer des bitumes antidérapants
	Matières plastiques et caoutchoucs	Récupération de chutes de fabrication de matières plastiques, broyage éventuel, revente aux régénérateurs Achat de déchets de matières plastiques (ABS, PP, PE, PP...), broyage à façon, revente aux transformateurs de matières plastiques Récupération et recyclage de sacs et housses PE Récupération de toutes matières plastiques si homogènes Négoce et recyclage de déchets polyamide Achat de chutes de fabrication et de matière broyée en PE, PP, PS, ABS, PC, regranulation et régénération Production de granulés de PET régénéré Récupération de bacs de batteries automobiles en PP Reprise, recyclage, compoundage, micronisation de PS et de PVC (dont bouteilles) Régénération de films PEbd agricoles et industriels, et transformation en sacs poubelle Régénération de films agricoles d'ensilage Lavage et revente d'emballage d'occasion en PEhd Récupération de PET pour l'élaboration de fibres, de boîtes et de barquettes

semblant avoir un effet aggravant de l'effet de serre. L'incinération, qui est soumise à des réglementations de plus en plus strictes vis-à-vis de l'environnement, impose également de poursuivre l'équipement des usines, surtout si l'on traite du PVC, générateur d'acide chlorhydrique entraînant des dégradations des fours. Il faut aussi noter que l'incinération d'un kilogramme de PVC entraîne la production d'un kilogramme de résidus chlorés de neutralisation des fumées, déchets spéciaux à stocker impérativement dans des décharges de classe I.

D'une façon générale, le parc des incinérateurs français n'est pas prêt à avaler la totalité des plastiques rejetés chaque année et certains brûlent trop de plastiques, ce qui entraîne des points de

surchauffe. Enfin, un des grands intérêts de l'incinération est la production d'énergie calorifique, pour le chauffage urbain en particulier, plus difficilement valorisable en été. Au vu de ces faits, un nombre croissant d'entreprises sont en train de développer la collecte, la régénération et le recyclage des plastiques issus de déchets industriels et ménagers. Parmi celles-ci, on distingue les sociétés spécialisées dans la valorisation des plastiques triés (*tableau I*) et des plastiques en mélange (*tableau II*) pour lesquels l'utilisation d'agents compatibilisants ouvre des perspectives intéressantes. Le développement des techniques de broyage et de traitement chimique permet aussi à quelques sociétés de développer des activités dans la valorisation des thermodurcissables et composites (*tableau III*).

Avec les perspectives de recyclage, se pose alors la question de la collecte et du tri des emballages plastiques. L'industrie des emballages plastiques détient les techniques et les filières de régénération des matériaux. En revanche, elle n'a ni compétence ni vocation à collecter les déchets à la place des collectivités locales. A l'heure actuelle, Valorplast s'engage à racheter aux municipalités les bouteilles en PVC, collectées et broyées à un prix contractuel. En ce qui concerne le PVC, l'objectif est d'atteindre 600 millions de tonnes de bouteilles recyclées ce qui impliquerait un peu moins de la moitié de la population française [9]. Quelques initiatives de collecte sélective multimatériaux ont été initiées et on peut signaler le cas de Dunkerque où des collectes sélectives multimatériaux en

Tableau II - Valorisation des plastiques en mélange.

Objectifs	Filières	Exemples
Valorisation énergétique	Combustion	Incineration d'ordures ménagères avec récupération d'énergie (l'incineration de déchets trop riches en matières plastiques, à fort pouvoir calorifique, peut poser des problèmes dans la conduite des installations). Broyage de déchets plastiques, sauf PVC, fournis aux cimenteries pour incineration
	Élaboration de combustibles dérivés : procédés thermiques (pyrolyse, gazéification...)	Décomposition thermique contrôlée en vue de l'obtention des hydrocarbures gazeux, liquides et solides
Valorisation en science des matériaux	Liants hydrauliques et matériaux de structure	Régénération de PE, PP, PVC pour la production de tubes pour le bâtiment. Compactage de déchets de plastiques souples et semi-souples contenant moins de 5% de matières putrescibles, puis utilisation comme remblai allégé pour les travaux publics
	Matières plastiques et caoutchoucs	Valorisation des déchets plastiques mélangés (OM et DIB) pour la fabrication de produits finis (profilés, palettes...) Micronisation de plastiques mélangés donnant une matière très homogène Traitement de déchets plastiques mélangés, recyclage en produits finis (piquets de vigne, profilés) Procédé de recyclage de plastiques mélangés pour la réalisation de pièces massives Régénération matière, fabrication de produits finis à partir de mélanges spécifiques et de compatibilisants Conseil, réalisation et vente d'installations clés en main pour la fabrication directe de produits finis à partir de déchets plastiques mélangés.
Valorisation en techniques de l'environnement	Conditionnement de déchets toxiques par d'autres déchets	Inertage de REFIOM (Résidu d'épuration des fumées d'incineration des ordures ménagères) dans des plastiques mélangés
Filières d'élimination	Traitements biologiques	Dégradation du PE additionné d'amidon Systèmes à base d'amidon thermoplastique pour la fabrication de montres «biodégradables» et, à terme, la production de films agricoles et d'emballages (engrais, nourriture animale...)
	Photodégradation	Photodégradation du PEbd, du polystyrène et d'autres polymères courants, appliquée aux films agricoles et aux emballages susceptibles d'être dispersés dans la nature

porte-à-porte ont été réalisées. Déposés par les consommateurs dans une seconde poubelle prévue à cet effet, les emballages sont collectés, triés puis dirigés vers des unités industrielles de recyclage. Ce système permet de collecter 8 bouteilles sur 10. Outre le tri manuel, il existe des robots américains qui trient déjà des bouteilles de PVC et de PET (polyéthylène téréphtalate) avec moins d'une erreur sur 10 000. Différentes techniques de séparation des polymères issus de déchets plastiques et, en particulier des procédés de dissolution sélective, ont vu le jour. On peut citer les travaux de C. Gauthier [10] qui présente une importante bibliographie sur les techniques de récupération-triage des polymères et a travaillé sur un protocole de dissolution sélective en vue de la valo-

risation du PVC. Mentionnons aussi les travaux de G. Durand [11] qui a étudié la purification de déchets de polyéthylène téréphtalate, issus de bouteilles usagées polluées notamment par du PVC.

Cependant, l'utilisation d'agents compatibilisants appropriés (copolymères blocs...) permet parfois de s'affranchir des opérations de tri de thermoplastiques. Ainsi, l'addition de SBC (copolymères blocs styréniques) permet d'améliorer significativement les propriétés mécaniques des mélanges de polyoléfines, de polychlorure de vinyle et de polystyrène [11].

Mais les efforts des professionnels de la plasturgie n'ont pas porté que sur l'élaboration de compatibilisants et les recherches entreprises dans ce secteur permettent maintenant des types de

valorisation difficilement envisageables il y a quelques années seulement (en particulier en ce qui concerne les thermodurcissables). Les exemples de valorisation sont maintenant nombreux. Ainsi, le PVC peut être valorisé dans la fabrication de tubes d'assainissement, de profilés bâtiment, de chaussures. Le PET est récupéré pour l'élaboration de fibres, de boîtes, de barquettes...et le PEhd sert à faire des tubes de bâtiment et des flacons [1]. On peut aussi citer le cas de Coca-Cola qui utilise des bouteilles constituées de 25 % de polyéthylène téréphtalate recyclé, mélangé à la résine de la bouteille neuve [12]. Les bouteilles de plastique peuvent aussi être valorisées comme additif aux brais servant à fabriquer des bitumes antidérapants.

Tableau III - Valorisation des thermodurcissables et composites

Objectifs	Filières	Exemples
Valorisation énergétique	Combustion Élaboration de combustibles dérivés : procédés thermiques (pyrolyse, gazéification...)	Incinération en cimenterie Recyclage par alcoolyse des polyesters, polyamides et polyuréthanes en mélange
Valorisation en science des matériaux	Liants hydrauliques et matériaux de structure	Broyage puis incorporation dans des bitumes ou des bétons
	Matières plastiques et caoutchoucs	Broyage puis incorporation dans de nouvelles pièces composites Unité industrielle de broyage, micronisation des polyesters SMC et BMC Traitements thermo-mécaniques des polyuréthanes, qui permettent de mouler des produits directement à partir de déchets Production de produits d'emballage et d'isolation (semblables au polystyrène expansé) obtenus à partir de déchets de mousses de polyuréthane, éventuellement multicouches

Le groupe 3M (produits adhésifs...) se donne pour objectif de développer le recyclage et la valorisation [13]. En 1990, PSA s'est fixé comme objectif d'atteindre 85 % de recyclage des véhicules hors d'usage en 2002, et ensuite, le «zéro décharge». Dans cette optique, des collectes de pare-chocs en plastique ont démarré dans la région lyonnaise, permettant de mieux cerner les limites du recyclage et d'adapter les méthodes de conception et d'assemblage afin de faciliter l'éventuel démontage en fin de vie pour un recyclage optimal.

La même démarche est entreprise par les fabricants d'appareils ménagers.

Dans la perspective où l'on exclut tout type de valorisation, il peut être intéressant d'élaborer des polymères photo- et biodégradables et certains objets ont déjà été commercialisés. Bien que séduisants à première vue, ces matériaux ne risquent-ils pas de se décomposer de manière mal contrôlée, la dégradation pouvant être influencée par l'humidité, la température, les radiations lumineuses, etc.? Ils risquent alors de disperser des produits de dégradation nocifs...

Compte tenu de tous les problèmes précités, une des voies les plus prometteuses semble être la production d'hydrocarbures à partir de plastiques [14]. La société Toshiba affirme même qu'elle a produit des fiouls à partir de PVC, mais il semble a priori que ce polymère ne soit pas le plus indiqué pour ce genre de valorisation puisqu'il contient 58 % de chlore et d'hydrogène (en poids) qu'il libère sous forme d'acide chlorhydrique lors de sa dégradation thermique (même contrôlée) [14]. Il semble que la

voie de la décomposition thermique contrôlée des polymères avec production d'hydrocarbures valorisables, qui avait été étudiée puis abandonnée en raison du faible coût des produits pétroliers, suscite à nouveau un grand intérêt. Ce type de valorisation pourrait prendre de plus en plus d'ampleur et compléter les modes de réutilisation précités et la conversion thermique. Toutes ces transformations auront donc pour effet de réduire notre consommation pétrolière et vont dans le sens du Plan national français pour l'environnement [5] et de la politique de la CEE [15]. Signalons que les orientations européennes vont dans le sens de celles des États-Unis qui ont pour objectif de recycler 75 % de leurs déchets plastiques [15].

Alors, quel devenir pour les déchets plastiques ? Recyclage ou incinération ?

Il est clair qu'il est aberrant d'essayer de recycler des emballages trop souillés, tels que les pots de yaourts qui contiennent plus de yaourt que de plastiques !

Dans les autres cas, pourquoi ne pas procéder à des recyclages successifs avant d'incinérer ?

Alors, incinération ou recyclage ? Les deux, en harmonie, bien sûr !

Références

- [1] Blouet A., *Décision Environnement*, mars 1994, 24, p. 37-43.
- [2] Pietrasanta Y., *Livre blanc sur le recyclage des plastiques*, Ed Erec, mars 1994.
- [3] Leblanc L., *L'Actualité Chimique*, Mai-Juin 1994, p. 19-24.
- [4] *Guide 1994 de la valorisation des*

déchets plastiques en Rhône-Alpes.

- [5] Plan national français pour l'environnement, *Waste Management and Research*, 1993, 11, p. 171-176.
- [6] Brochure " *Plastiques ménagers : la gestion des déchets d'emballages* " du Gecom (Groupement d'étude pour le conditionnement moderne) -11bis, avenue V. Hugo, 75016 Paris, juillet 1994.
- [7] APORA Liaison, bulletin n°44, 1994, p. 2.
- [8] Wagner J.P., El Ayyoubi M. A., Konzen R. B., Krohn J. L., «Quantitative identification of antimony, barium, cadmium and tin during controlled combustion of plastics», *Polym.-plast. technol. eng.*, 1992, 31, 182, p. 73-101.
- [9] Duprez N., *L'Actualité Chimique*, nov. 1994, p. 68-70.
- [10] Gauthier C., Étude des techniques de séparation des polymères issus de déchets plastiques en vue de la valorisation du PVC - Procédé de dissolution sélective, Rapport de DEA «*Polymères, interfaces, états amorphes*», Université de Montpellier, École nationale supérieure de chimie de Montpellier, 1993.
- [11] Colloque GFP «Polymères et civilisation», Pau, France, 23-25 nov 1993.
- [12] *L'environnement*, octobre 1992.
- [13] *Décision environnement*, Nord-Pas-de Calais, février 1994, p. 43.
- [14] *L'environnement magazine*, Juillet/Août 1993, n°1519, p. 39.
- [15] Alter H., *Waste management and research*, 1993, 11, p. 319-332.