

Les matières plastiques *Utilisations et recyclage*

par A. ZALMANSKI
Ingénieur ESCII
Ancien Délégué Général
Syndicat des Producteurs de Matières Plastiques
Cedex 99 - 92909 Paris La Défense

Une diversité de produits, liée aux besoins

Le développement considérable et exponentiel de nos produits est bien entendu lié au développement de la consommation. J'insisterai sur la valeur d'usage de ces produits qui, avant d'être déchets, correspondent à une attente ; il serait donc tout à fait regrettable que, sous couvert d'environnement, on limite le discours sur un matériau (plastique, verre, aluminium, papier, carton) ou une application (bâtiment, emballage), au seul point de vue des déchets.

En effet, c'est à la suite de longues démarches entre les besoins exprimés par les utilisateurs et les possibilités techniques offertes par les producteurs et les transformateurs, qu'ont été mis au point très progressivement des matériaux toujours plus performants, soit nouveaux polymères, soit modification de la structure de polymères existants, soit alliages de ces derniers, soit enfin des composites où le polymère sert de matrice à des fibres renforçantes.

Répartition des polymères

On distingue globalement :

- les thermoplastiques de grande diffusion, polyéthylènes basse densité, polyéthylènes haute densité, polypropylènes, polystyrènes, polychlorure de vinyle qui représentent 80 % de la production et 74 % de la consommation en France ;
- les produits de moyenne diffusion tels que les polymères acryliques et méthacryliques ou les copolymères à base de styrène ou de butadiène ;
- les résines thermodurcissables, phénoplastes, aminoplastes, alkydes, polyesters insaturés, époxy représentent 8 à 10 % de la production comme de la consommation ;
- les polymères techniques enfin, tels que polyamides, polyacétals, polyphénylèneoxydes, polyphénylène sulfures, polymères fluorés, ou polyesters saturés complètent une gamme, qui par mélange ou par de légères modifications permettent de couvrir tous les besoins.

Répartition des marchés

Les matières plastiques couvrent pratiquement tous les marchés avec de très grands secteurs d'applications :

- emballage : 41 %,
- transport : 12 %,
- bâtiment : 24 %,
- électricité : 8 %,
- autres : 15 %.

Propriétés générales

Les plastiques sont réputés être :

- imputrescibles,
- de bonne résistance chimique et mécanique,
- isolants,
- imperméables,
- incassables, légers,
- maniables,
- usinables,
- souples, rigides ou élastiques,
- esthétiques.

Nous allons détailler quelques-uns des grands secteurs d'activité afin de nous permettre de cerner le pourquoi d'une utilisation de plus en plus grande des matières plastiques.

1. PLASTIQUES ET EMBALLAGES

Une union idéale

Les fonctions de base de l'emballage sont de protéger et de conserver le produit emballé. Les matières plastiques répondent parfaitement à ces exigences et s'adaptent d'une façon idéale à l'évolution de nos modes de vie : portions individuelles, emballages compatibles avec les différents modes de cuisson et de préparation. Grâce à leurs qualités variées, (légèreté, résistance aux chocs, rigidité ou souplesse, maniabilité, facilité d'utilisation), les emballages en matière plastique contribuent pour une large part à la protection et à la conservation des produits, garantissant une hygiène et une sécurité optimales.

Avec cent milliards de francs de chiffre d'affaires par an, l'emballage est devenu le huitième secteur industriel français. Cette position est le résultat d'un progrès économique bénéficiant à l'ensemble des consommateurs puisqu'il a contribué aux évolutions qui ont marqué les sociétés industrialisées ces dernières années : développement et individualisation de la consommation, concentration et restructuration du milieu industriel, etc.

L'utilisation des matières plastiques a permis à l'emballage de faire un bon en avant spectaculaire au cours de la dernière décennie.

C'est à l'heure actuelle la première application des matières plastiques avec 41 % du tonnage global consommé et un chiffre d'affaires de vingt-huit milliards de francs, le situant à la deuxième place, après les papiers-cartons. Leur progression au cours de ces dix dernières années, par rapport aux autres matériaux utilisés, a été la plus marquante. Sur une base 100 en 1979, l'indice d'évolution en Europe de l'Ouest a été de 158 pour les plastiques, de 137 pour l'aluminium, de 126 pour le verre, de 125 pour le carton ondulé, de 100 pour le carton plat, de 99 pour l'acier et de 83 pour le papier.

Quatre matériaux courants couvrent une très grande partie du marché de l'emballage plastique avec une prédominance pour le polyéthylène, suivi par le polystyrène, le polychlorure de vinyle et le PET, mais aussi un certain nombre de polymères techniques, d'alliages de polymères ou de multicouches.

Principal débouché des matières plastiques dites de «grande consommation», l'emballage représente en France un total de 1,7 million de tonnes par an. C'est le royaume de prédilection des emballages ménagers. Nos dernières statistiques conduisent à la ventilation suivante :

– films, feuilles, sacs rigides et souples :	760 000 tonnes,
– bouteilles, corps creux, flacons :	550 000 tonnes,
– tubes et pots thermoformés :	120 000 tonnes,
– capsules, bouchons, couvercles :	65 000 tonnes,
– mousses (récipients, calages) :	55 000 tonnes,
– ficelle, cerclage :	25 000 tonnes,
– divers :	125 000 tonnes,

Avec l'arrivée de matières plus performantes, de designs optimisés, une transformation mieux maîtrisée et parfois des changements radicaux du concept même, les emballages plastiques ont permis dans la plupart des cas, un rapport masse/performance inégalé. Par exemple, un gobelet de yaourt contenant 125 g de produit, ne pèse que

5,5 g (avec son étiquette et son opercule). La barquette en polystyrène qui contient 1 kg de viande, ne pèse que 10 g. La bouteille d'un litre d'eau minérale ne pèse que 43 g, un sac sortie de caisse ne pèse que 8 g.

Le conditionnement sous vide ou sous atmosphère contrôlée, augmentant la durabilité et la conservation des produits dans de bonnes conditions, doit son essor à l'utilisation de films barrières aux gaz, en particulier à l'oxygène, sans nuire pour autant à la présentation et à la qualité gustative des aliments.

Les emballages plastiques garantissent la sécurité des marchandises, l'hygiène et la protection des denrées alimentaires grâce à leur résistance aux micro-organismes et aux insectes, à la diminution des risques de contamination, à leur fiabilité, à leur sécurité microbiologique et à leur facilité d'utilisation.

2. PLASTIQUES ET TRANSPORTS

Renforcer pour sécuriser

Les transports, qu'ils soient automobiles, ferroviaires ou aérospatiaux, font de plus en plus appel aux matériaux modernes pour leur développement. En dix ans, la part des plastiques dans les transports, a très fortement augmenté et particulièrement dans la construction automobile (+ 75 %).

Les principales raisons en sont :

- les matières plastiques sont légères : amélioration très sensible du poids des véhicules, des voitures ferroviaires et des engins aéronautiques et spatiaux,
- elles résistent aux petits chocs : diminution des frais de réparation, d'entretien et de maintenance,
- elles ne rouillent pas : cette propriété entraîne un accroissement de la sécurité, de la durabilité et de la fiabilité (système de freinage, alimentation en carburant),
- elles ont des propriétés antibruit : amélioration de la sécurité et du confort,
- elles se prêtent à l'élaboration de formes complexes,
- elles sont économiques : amélioration du Cx¹ pour les voitures et de la consommation de carburant pour l'ensemble des moyens de transport,
- elles permettent la réalisation de pièces facilement usinables : bouclier de pare-chocs, éléments multi-fonctionnels de sécurité, de confort ou de décoration des automobiles de courses, des trains et des avions.

1. Coefficient d'aérodynamisme.

Parmi ces qualités, il en est une dont l'importance ne cesse de se développer. Il s'agit de l'allègement du poids des véhicules. Du fait de leur faible densité, l'utilisation des matières plastiques permet de diminuer le poids moyen des véhicules ; ceci se traduit par une économie de la consommation de carburant ou par la possibilité d'embarquer des installations complémentaires destinées à la sécurité (freinage ABS, ceintures de sécurité, sièges pour bébés, assistance à la conduite, suspension améliorée, etc.), en restant dans des limites de poids acceptables.

2.1. L'automobile

Environ 8 % de la production française de matières plastiques sont utilisés chaque année par le marché de l'automobile, soit 400 000 tonnes. Ceci représente pour une automobile moderne environ 150 kg par véhicule, soit plus de 10 % du poids total.

Actuellement, les plastiques entrent pour près de 60 % dans l'aménagement intérieur des automobiles. Ce sont des matériaux aux propriétés très diversifiées qui s'adaptent à de multiples applications. Leur succès dans ce domaine s'explique par un certain nombre d'avantages. Mais c'est dans les composants des moteurs, les éléments électriques et électroniques, que la croissance sera la plus forte, passant de 10 à 20 % du total des matériaux constitutifs des voitures.

Pour satisfaire la demande du secteur automobile et améliorer l'efficacité des moteurs, la solution est la réduction du poids total des véhicules, d'où une augmentation de l'utilisation de pièces et d'éléments en plastiques et alliages d'aluminium.

2.2. L'aéronautique

La construction aéronautique a fait très tôt appel aux pièces en matières plastiques. Ces pièces étaient légères, faciles à fabriquer, peu chères et convenaient à de nombreux accessoires.

Depuis les années 70, **les composites, associations de plus en plus performantes de fibres et de résines**, sont entrés dans les emplois nobles comme **la construction de pales d'hélicoptères**. Ils se sont ensuite montrés indispensables par suite d'un rapport poids/performances inégalable dans des domaines de pointe comme les avions militaires ou les satellites et leurs lanceurs, avant de toucher le transport civil.

L'appel aux **composites**, est également justifié par leur excellente résistance à la fatigue qui permet une augmentation de la durée de service, une absence de risque de fissuration, une réduction de la fréquence de révisions et un faible coût de maintenance,

un gain de charge payante et enfin une économie de carburant du fait de la réduction du poids.

2.3. Les transports ferroviaires

Le matériel ferroviaire semble naturellement lourd, voué au fer. Depuis vingt ans le train perd du poids tout en gagnant en vitesse et confort. Pour assurer la stabilité il a fallu repenser la voie, la suspension, diminuer la masse, abaisser le centre de gravité. On a dû se pencher sur des problèmes d'aérodynamisme, de gravillonnage, de bruit, etc. Dans ces différents domaines, les plastiques ont permis de trouver des solutions nouvelles. Simultanément on voit croître la part des matériaux organiques, c'est-à-dire des plastiques et, à un degré moindre, des élastomères et des tissus. La corrélation entre les deux phénomènes est évidente car dans les trains comme dans les automobiles, les plastiques permettent d'améliorer les performances tout en simplifiant la conception.

L'emploi des matières plastiques permet également des gains de place importants, par diminution de l'épaisseur des isolants thermiques et acoustiques et par un meilleur emploi de l'espace disponible (possibilité de réaliser les formes les plus rationnelles).

En 1970, un wagon usuel transportant quatre-vingts voyageurs, pesait 40 tonnes dont 16,3 % de matériaux organiques. En 1980, une remorque TGV pèse 26 tonnes dont 20,2 % de matériaux organiques. En 1993, pour une augmentation du nombre de passagers à quatre-vingt-quatre par voiture, la remorque pèse toujours 26 tonnes, mais le pourcentage de matériaux organiques est passé à 23,4 %.

Dans le bar du TGV l'isolation est réalisée en polyuréthane (PUR), la décoration en lamifié et l'éclairage en polycarbonate (PC).

3. PLASTIQUES ET BÂTIMENT - TRAVAUX PUBLICS

Protéger de l'usure du temps

Les matières plastiques révolutionnent les travaux publics en stabilisant les sols, en assurant toutes les étanchéités, en triplant la durée des revêtements routier, en consolidant les édifices en les protégeant de l'usure du temps.

Leurs qualités de stabilité et de tenue dans le temps, d'inaltérabilité et d'absence d'entretien leur ont permis de prendre une place prépondérante pratiquement dans tous les domaines (profilés, parements de façade, clôtures, canalisations, isolation, étanchéité et décoration avec les revêtements de murs et de sols).

En 1991, les matières plastiques utilisées dans le bâtiment et les travaux publics représentaient environ 780 000 tonnes soit un marché atteignant dix-huit milliards de francs de chiffre d'affaires et se situant juste après celui de l'emballage. A signaler toutefois que sur le chiffre d'affaires global du BTP en France, soit six cent trente milliards, la part des matières plastiques n'excède pas 10 %, ce taux encore faible doit progresser dans les années à venir.

Les applications majeures dans ce domaine se répartissent de la façon suivante :

- tubes, tuyaux, raccords, conduits divers : 290 000 tonnes, soit 39 % de la consommation totale,
- mousses souples et rigides pour isolation thermique et phonique : 125 000 tonnes, soit 17 % du total,
- profilés pour fenêtres, volets roulants, profilés rigides : 110 000 tonnes, soit 15 % du total, principalement PVC,
- plaques, sanitaires et éléments de décoration (tous produits confondus) : 60 000 tonnes, ce qui représente 8 % de la consommation,
- revêtements de sols et murs : 105 000 tonnes, soit 14 %,
- films et produits d'étanchéité : 20 000 tonnes,
- produits divers : 20 000 tonnes.

4. PLASTIQUES ET AGRICULTURE

C'est dès les années 50 qu'ont été perceptibles les premiers frémissements de cette véritable révolution dans le domaine agricole, lorsque pour la première fois le polyéthylène, sous forme de tunnels, a remplacé les châssis en verre. Depuis les années 50, les matières plastiques ont régulièrement poursuivi leur essor, intervenant dans l'amélioration de la production, sous forme de films (serres, ensilage, paillage), de tubes et tuyaux, de pots, par exemple, mais aussi dans leur utilisation pour le transport des agents de fertilisation et pour l'irrigation ou le drainage, ou au quotidien dans les casiers de manutention, par exemple.

Cet accroissement de l'utilisation des matières plastiques répond à une double finalité :

- d'une part, accroître les rendements, même en milieu peu fertile, jouant ainsi un rôle non négligeable dans la lutte contre la faim,
- d'autre part, alléger le plus possible les coûts des différents postes du prix de revient des produits agricoles, améliorer le bilan thermique des serres, réduire le nombre des interventions comme le désherbage, optimiser l'utilisation de l'eau ou plus simplement remplacer les matériels trop sensibles à la corrosion.

On peut estimer que grâce à la plasticulture, la production agricole, en particulier du maraîchage, a multiplié ses rendements par trois ces dernières décennies. Il est consommé environ 95 000 tonnes de polyéthylènes sous forme de films (ensilage, paillage, semi-forçage, couverture de serres, de bâtiments d'élevage, sacs grande contenance, filets, tuyaux, fûts et bidons, etc.), 35 000 tonnes de polypropylène (ficelles, grands sacs tissés, poterie plastique), 35 000 tonnes de PVC (tubes extrudés) et 5 000 tonnes de matières plastiques diverses (polystyrène expansé pour l'isolation, mousse de polyuréthane pour substrats de cultures hors sol, polycarbonate, polyester pour les citernes, le stockage, etc.).

Un concept global de la gestion des déchets

Avant d'aborder le problème de la gestion des déchets, et plus particulièrement la gestion des déchets ménagers, il est nécessaire de définir l'ensemble des problèmes liés à ce que l'on peut appeler «l'environnement».

Les problèmes écologiques sont liés dans leur majeure partie aux problèmes de l'eau ou de l'air, ainsi qu'aux impacts relatifs au bruit et aux déchets.

Dans tous les cas, il y a lieu d'apprécier le coût énergétique et le coût écologique de la fabrication, de l'utilisation puis de l'élimination ou de la réutilisation ou de la revalorisation des produits après usage.

Comme on le voit, il ne s'agit pas d'un problème lié à un matériau donné ou à une application, mais d'un concept beaucoup plus global qui vise à définir un bilan écologique total du berceau à la tombe, quels que soient les produits et les marchés.

Les matériaux plastiques ne causent aucune nuisance particulière au moment de leur fabrication ou de leur utilisation, bien au contraire le bilan est assez favorable puisqu'ils utilisent une matière première - fossile, non renouvelable - sans porter atteinte à la capacité calorifique et donc au potentiel énergétique de cette dernière.

Le problème des déchets, en revanche, se pose comme pour tous les autres matériaux et il est bien évident que la quantité des déchets produits par notre société de consommation, liée de façon très directe au PNB, pose un problème que nous devons nous attacher à résoudre.

Il ne vient à l'idée de personne, et surtout pas à celle des industriels, de nier le fait que nos produits, ayant cessé d'apporter les bienfaits pour lesquels ils ont été

conçus, sont destinés à devenir des déchets. On peut même dire des déchets récalcitrants, d'autant plus récalcitrants d'ailleurs que leur qualité était plus grande.

Notre civilisation, plus précisément notre mode de vie, est générateur de déchets, et il est prouvé que la production de déchets peut constituer une mesure de vie tout à fait proportionnelle au PNB. Je citerai à titre d'exemple et pour les seuls déchets ménagers :

- 2,8 kg par jour et par habitant aux USA,
- 1,3 kg par jour et par habitant en Europe Occidentale,
- 0,1 kg par jour et par habitant en Afrique.

Le problème a été résolu pendant de nombreuses années par une solution aussi radicale que simple : la décharge, qui était une forme de stockage. Pour des raisons diverses, cette solution ne peut plus être considérée comme telle.

Deux éléments doivent être pris en considération pour tenter d'optimiser cette gestion :

- l'élimination du déchet a un coût,
- les déchets ont une valeur ; mieux, les déchets doivent être revalorisés.

De ces principes découle un concept global de gestion des déchets :

- pas de discrimination entre matériaux,
- pas de discrimination géographique,
- pas de discrimination entre marchés,
- pas de discrimination entre les divers traitements des déchets.

Sur ce dernier point, il faut donc adopter le meilleur compromis possible, analysé par un bilan écologique total qui permette une vue économique pouvant être différente selon les matériaux, les marchés, les régions.

Une triple analyse est nécessaire :

	collecte	→	tri	→	traitement,
ou	tri	→	collecte	→	traitement,

la plupart des goulots d'étranglement ou des pierres d'achoppement se situent au niveau de la collecte, essentiellement fonction des gisements.

Nous aurons, en règle générale, à raisonner par filière :

- agricole,
- bâtiment,
- automobile,
- ménager.

Dans chacun des cas, il faudra examiner la typologie globale, la typologie spécifique aux matériaux plastiques, des problèmes posés tant en matière qualitative que quantitative. Dans tous les cas également, l'ensemble des méthodes de traitement allant du recyclage matière au recyclage thermique (incinération propre avec récupération d'énergie), au recyclage chimique, voire à la nécessaire poursuite de l'utilisation de décharges aménagées, devra être présent à l'esprit.

La gestion rationnelle des déchets, notamment dans le domaine des matières plastiques, devrait donc s'orienter, à moyen et long terme, vers une conjonction de solutions complémentaires :

- recycler la matière lorsque c'est techniquement possible et que des débouchés valables existent, ce qui suppose le développement d'une industrie aujourd'hui embryonnaire,
- récupérer le contenu énergétique dans des conditions acceptables du point de vue de l'environnement c'est-à-dire identiques à celles qui permettent de récupérer à 97 % l'énergie du pétrole (alors que 3 % seulement transitent par l'état «plastique»),
- utiliser certaines caractéristiques de nos produits pour pratiquer un enfouissement intelligent.

Dans la plupart des cas, le recyclage thermique des déchets ménagers, (ou valorisation énergétique) est une solution viable, tant sur le plan économique qu'écologique. Dans d'autres cas plus spécifiques, lorsque les déchets sont homogènes et propres, le recyclage «matière» peut être préférable. Cette dernière solution doit tenir compte des possibilités de tris et de collectes ainsi que des débouchés des matériaux recyclés. En outre, un effort particulier doit être mis en œuvre pour perfectionner les techniques relatives au recyclage des plastiques mélangés.

En ce qui concerne le recyclage thermique, les incinérateurs «propres» comportent des dispositifs permettant de récupérer l'énergie mais également des installations de traitement pour que l'incinération se fasse de façon respectueuse de l'environnement. D'ores et déjà les procédés d'incinération relèvent de techniques maîtrisées. De plus, les nouvelles exigences des réglementations en matière de protection de l'environnement oblige à un renforcement de la fiabilité et la sécurité de ces techniques.

La gestion des déchets prendra donc de plus en plus appui sur une incinération propre et puissante avec valorisation thermique et sur un développement de complémentarité, en amont par la collecte et le tri sélectif, comme en aval par une gestion organisée des résidus d'incinération.

Dans les prochaines années, l'urbanisation, le développement de nouveaux comportements sociologiques, et l'évolution du monde rural, favoriseront le développement de l'incinération propre avec récupération d'énergie pour en faire la clef de voûte d'une gestion optimisée des déchets. Parallèlement et lorsque cela sera écologiquement et économiquement viable, la valorisation matière devra être préconisée.

a - Le recyclage matière

C'est a priori le mode de traitement qui apparaît le plus séduisant. Il permet de récupérer dans certains cas (déchets industriels, propres, homogènes) jusqu'à 90 % de l'énergie investie. Ceci doit être fortement tempéré dans le cas des plastiques hétérogènes, souillés, induisant des opérations complexes de tri, lavage, séchage, etc., qui entraînent des coûts énergétiques importants. Dans ces cas, l'énergie récupérée devient très faible et de façon concomitante, les impacts sur l'environnement (pollutions diverses, consommation d'eau) peuvent aussi augmenter.

L'élimination de certains déchets est d'autant plus ardue que leur éparpillement géographique grève les coûts de collecte. Parfois fortement souillés ou dégradés, ils sont difficilement recyclables par régénération et nécessitent un tri supplémentaire et une phase de nettoyage, ce qui augmente encore les frais de régénération.

b - Le recyclage chimique

Cette voie s'adresse en priorité aux matériaux à haut investissement énergétique, qui utilisent pour leur synthèse des molécules déjà sophistiquées représentant un investissement d'énergie important.

Exemple :

- dépolymérisation du polyméthacrylate de méthyle en méthacrylate de méthyle,
 - hydrolyse des polyesters insaturés ou des polyuréthanes pour produire de l'acide téréphtalique ou des polyols.
- Ces procédés s'appliquent à des produits relativement purs.

La pyrolyse a été beaucoup travaillée depuis 1974, date de la première crise de l'énergie.

Le ou les produits sont chauffés sans oxydation et conduisent, avec des rendements divers selon les produits et températures utilisés, à des gaz, des liquides (complexes) et des solides carbonés.

Les procédés nécessitant de l'énergie, les matières premières formées sont en partie utilisées comme combustibles. Le rendement est donc faible en matières premières, et les purifications et séparations nécessaires font que, sauf pour des cas particuliers, le bilan énergétique est peu séduisant.

Des procédés, comme l'hydrogénation catalytique, permettent une valorisation améliorée des matières premières obtenues (production d'hydrocarbure), mais ne peuvent concurrencer le pétrole à son coût actuel. Cette force de valorisation n'est pour l'instant qu'en phase de développement.

c - Le recyclage thermique

Valorisation en tant que phase combustible des ordures ménagères

Si, en théorie, on peut récupérer 1 TEP² par tonne de plastique d'emballage incinérée, dans la réalité, le rendement des installations de production vient diminuer la quantité réelle de TEP récupérée :

- rendement d'une installation de production d'électricité : 0,35,
- rendement d'une installation de production de chaleur : 0,75.

On obtiendrait ainsi, si tous les emballages plastique (1,7 million de tonnes) des ordures ménagères étaient traités par incinération :

- en électricité, l'équivalent de 595 000 TEP,
- en chaleur, l'équivalent de 1,275 million de TEP.

Actuellement, en France, on incinère avec récupération énergétique 30 % des ordures ménagères avec un rendement moyen de 0,55 - 0,60 TEP par tonne de plastiques incinérés. Environ 440 000 tonnes de plastiques d'emballages produisent 250 000 TEP valorisées sous forme d'énergie.

2. TEP = Tonne d'Équivalent Pétrole.

Conditions et contraintes des diverses solutions

Raisonnement uniquement en terme d'énergie pure est insuffisant ; il faut aussi introduire la dimension d'impact sur l'environnement, dont l'évaluation est particulièrement difficile (écobilan, ...).

On sait de même que la qualité de la source de plastiques considérés (nature, hétérogénéité, dimension et forme des objets, degré de souillure, dispersion et localisation) joue un rôle fondamental sur le choix des procédés de valorisation.

On peut néanmoins, en fonction de l'énergie investie dans chaque matière plastique et qui est général en corrélation étroite avec le coût de celle-ci, tenter de sélectionner parmi les procédés connus.

Chaque année, la France produit 580 millions de tonnes de déchets qui se répartissent en 30 millions de tonnes de déchets ménagers dont 20 millions de tonnes - soit 1 kg par jour par habitant - d'ordures ménagères, 150 millions de tonnes de déchets industriels et 400 millions de tonnes de déchets d'origine agricole et issus de l'industrie agro-alimentaire.

Cas des déchets ménagers

- *Moins de 11 % de plastiques dans les ordures ménagères...*

Actuellement, en France, sur les 20 millions de tonnes d'ordures ménagères 41 % sont incinérées et 59 % mises à la décharge. Dans les années à venir, ces proportions devront s'inverser et rejoindre les taux japonais ou suisses (80 % d'incinération).

Les matières plastiques n'entrent que pour 11 % en masse humide (en 1993) dans la composition des ordures ménagères et, parmi ces déchets, on trouve 21 % de PVC - corps creux, films et feuilles - ; 54 % de polyoléfinés - films, corps creux - ; 13 % de polystyrène - barquettes et pots - et 12 % de divers plastiques.

Le premier défi à relever pour une gestion rationnelle des déchets, était celui de la collecte. La France a réussi puisque son taux de collecte représente 94 % de l'ensemble des déchets de la population française. Le second défi consiste à organiser le traitement. C'est ainsi que la France traite 41 % des déchets des ménages dans des installations industrielles d'incinération, 28 % sont incinérés avec récupération d'énergie, 13 % sont simplement incinérés et 8 % sont traités par compostage et traitement mixte, 45 % sont mis en décharge, le solde, soit 6 %, n'est pas collecté (voir comparaison ci-après).

A titre de comparaison, les déchets des industries représentent environ 150 millions de tonnes par an, dont :

- 100 millions de tonnes d'inertes, déblais et gravats,
- 32 millions de tonnes de déchets banals, c'est-à-dire assimilables aux ordures ménagères,
- 18 millions de tonnes de déchets spéciaux contenant des éléments polluants ; parmi ces derniers, environ 2 millions de tonnes sont considérées comme dangereuses et leur élimination nécessite des moyens spécifiques (procédés physico-chimiques, incinération à haute température, stockage).

• ... mais 48 % de la contribution énergétique

Les matières plastiques sont, parmi les matériaux, ceux qui sont capables de restituer la plus grande part de l'énergie nécessaire à leur fabrication. Dans une incinération avec récupération de chaleur et production de vapeur, d'eau chaude ou d'électricité, les matières plastiques sont d'autant plus intéressantes à brûler que leur pouvoir calorifique est élevé. C'est le cas particulièrement pour les plastiques à PCI comme les PE, PP, PS, qui représentent 70 % des déchets de plastiques dans les ordures ménagères.

Si l'on estime le PCI moyen des matières plastiques contenues dans les ordures ménagères à 8750 Calories/kg et celui des ordures ménagères à 1800 Calories/kg, on s'aperçoit que 10 % de matières plastiques apportent 48,6 % de la contribution à l'énergie récupérable.

En 1990 en France, soixante-dix-sept usines d'incinération étaient équipées de récupérateur de chaleur ; il a été produit 800 000 TEP dont 70 % ont été récupérées sous forme de vapeur d'eau surchauffée. Sur ces 800 000 TEP, environ 300 000 proviennent des emballages en matière plastique.

Le pouvoir calorifique des matières plastiques étant très largement supérieur à celui des ordures ménagères, cette forme de valorisation est donc d'un grand intérêt énergétique. Chaque tonne de déchets plastiques incinérée produit l'équivalent d'environ 0,65 tonne de fioul.

Mais le pouvoir calorifique n'est pas le seul critère à prendre en considération, il faut également tenir compte de la nature des produits de combustion obtenus, de leur éventuelle toxicité et de la nécessité de neutraliser l'acidité des gaz.

La rentabilité du recyclage thermique est liée à la capacité de traitement des installations. Les thermies produites se transportant mal, la valorisation de l'énergie doit se faire sur place et il doit exister un marché local pour la consommation de l'énergie produite. Le procédé ne sera rentable et intéressant que pour des groupements d'une certaine importance - d'au moins cent mille habitants - ou par la présence d'industries consommatrices permettant de trouver à proximité un marché pour les thermies produites.

- *Incinérateurs modernes : des outils performants*

L'incinération permet de réduire de façon importante le volume des ordures ménagères (70 % en poids et 90 % en volume). Cette technique se développe dans les pays industrialisés et à forte densité de population où la mise en décharge est de moins en moins acceptée et crée des problèmes croissants : manque d'espace, risque de pollution des eaux, décomposition organique difficile à maîtriser.

Les investissements d'incinération sont importants. Il faut compter en moyenne 1000 à 1600 francs la tonne traitée par an : c'est ainsi que l'usine de Saint-Ouen II, capable de traiter 630 000 tonnes par an, a coûté 1 milliard de francs en 1989.

Actuellement en France, le coût de la mise en décharge de classe II (type ordures ménagères) est faible, à la fois par rapport aux coûts pratiqués en Allemagne ou en Suisse et par rapport aux coûts d'incinération. Ces faibles coûts freinent les investissements d'incinérateurs et favorisent les importations de déchets. Une incinération **propre avec récupération d'énergie** exige une volonté délibérée de consentir les investissements correspondants.