

MATIERES PLASTIQUES 2004

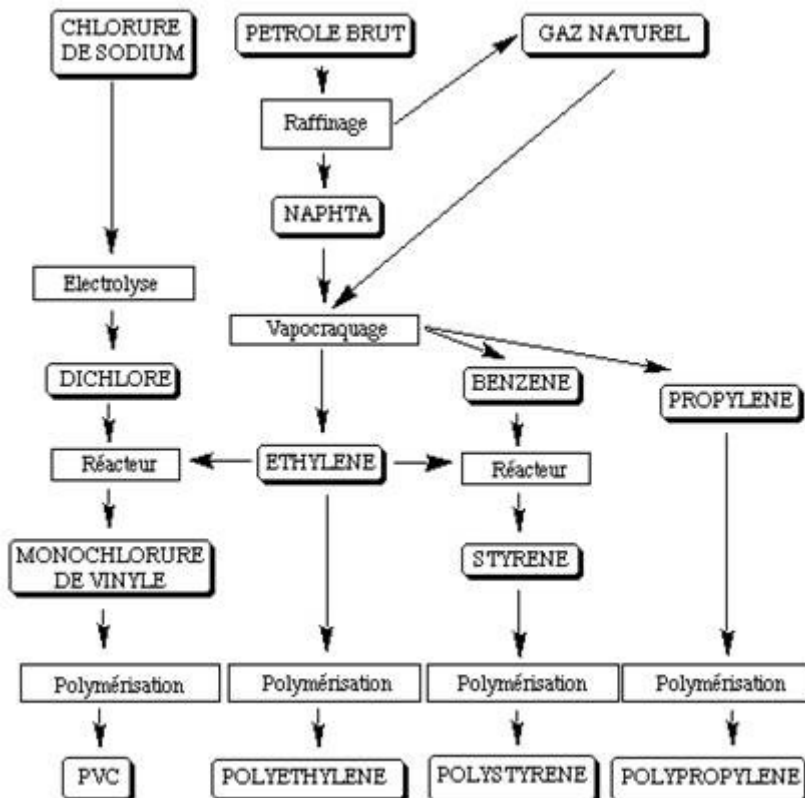
Nous ne traiterons pas dans ce chapitre les fibres (copolymères issus de polycondensations)

Il existe trois grandes familles de matières plastiques :

- Les thermoplastiques : ils sont formables à chaud sans modification chimique. Le polyéthylène, le polypropylène, le polychlorure de vinyle et le polystyrène sont des thermoplastiques (voir le schéma des modes de fabrication). En France, 80 % de la production de matières plastiques porte sur les thermoplastiques dont 70 % sur les trois thermoplastiques : polychlorure de vinyle (PVC), polyéthylène (PE) et polypropylène (PP).
- Les thermodurcissables (7 % de la production française de matières plastiques) : ils sont formables à chaud avec modification chimique. Les phénoplastes, aminoplastes et les résines époxydes sont des thermodurcissables.
- Les plastiques techniques : comme leur nom l'indique, ils sont destinés à des applications très précises en raison de leurs propriétés. Le PTFE est un exemple de plastique technique.

FABRICATION INDUSTRIELLE :

Modes de fabrication schématiques des principaux thermoplastiques :

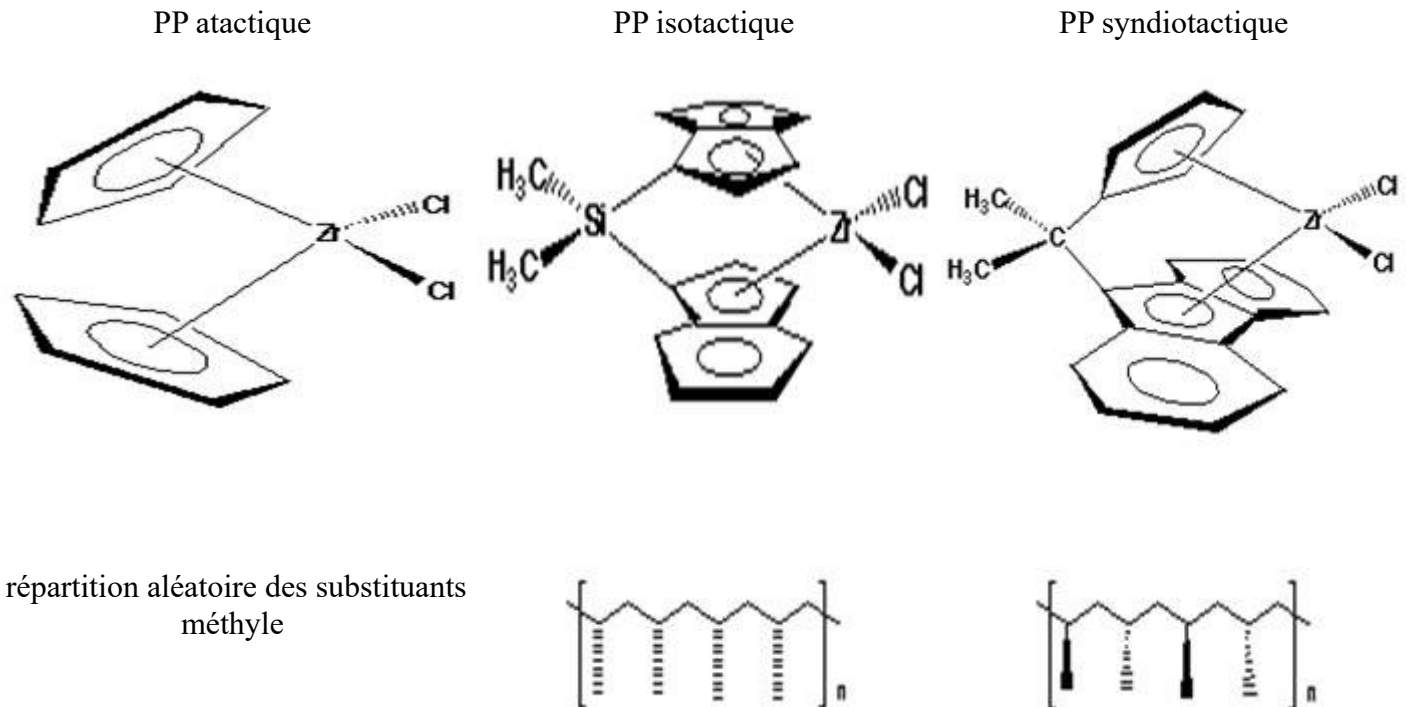


Techniques de synthèse et additifs :

Les catalyseurs :

Un paramètre essentiel du contrôle de la synthèse des polymères est l'utilisation de catalyseurs qui vont permettre de jouer sur la configuration des chaînes polymériques. Une grande avancée a été la découverte des catalyseurs de type "Ziegler-Natta" dans les années 1960 (voir le chapitre [polyéthylène](#)). Ces dernières années ont vu naître une nouvelle classe de catalyseurs, les métallocènes. Ce sont des composés "sandwich" dans lesquels un atome métallique (Zn, Zr...) est lié à deux dérivés du cyclopentadiényle. Cette famille ouvre des perspectives dans la synthèse de plastiques techniques "simples", c'est à dire de type polyoléfiniques (PE, PP...), mais possédant, du fait de leurs caractéristiques structurales définies et contrôlées, des propriétés spécifiques permettant des applications dites "techniques".

Le tableau suivant donne en exemple la tacticité du polypropylène en fonction du catalyseur métallocène utilisé (zirconocènes : le métal est le zirconium).



Les additifs :

Un polymère sous sa forme brute n'a pas souvent les qualités requises pour l'application à laquelle il est destiné. Il va donc falloir ajouter au plastique des additifs (charges) qui vont jouer essentiellement sur l'esthétique, la stabilité (chimique, UV, chaleur et longévité...) et la plasticité.

80 % du marché des additifs concerne les polyoléfines, les styréniques et le [PVC](#).

Producteurs principaux : Ciba (>70 % de part de marché) et Great Lakes Chemical.

Les polyoléfines contiennent en moyenne 1 à 2 % d'additifs et le PVC en contient en moyenne 10 %.

Exemples de stabilisants utilisés pour le PVC :

- Composés à base de [plomb](#) : sulfates, phosphites, stéarates de plomb, utilisés dans les tubes et profilés pour le bâtiment et dans les câbles électriques.
- Composés à base de calcium et [zinc](#) : stéarates, hydroxystéarates, béhénates, et laurates de calcium, stéarates, laurates et octoates de zinc, pour des applications alimentaires et médicales.

Ils sont souvent associés à des costabilisants minéraux ([magnésium](#) et [aluminium](#)) et/ou organiques (polyols).

Ces stabilisants confèrent aux produits finis leur transparence (bouteilles...).

- Composés organiques de l'[étain](#) : maléates, esters maléiques, esters thioglycoliques de mono/di-méthylétain, butylétain, octylétain, utilisés pour des applications alimentaires d'objets rigides. Les dérivés thioglycoliques confèrent la stabilité à la chaleur et les mercapto-étains la stabilité à la lumière.

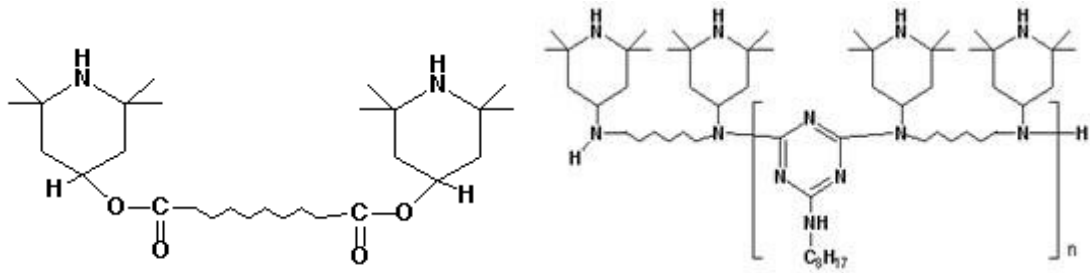
Ces stabilisants, de par leur nature, requièrent des strictes normes d'utilisation, de même que les plastifiants donnés en exemple ci-après.

Exemples de plastifiants pour le [PVC](#) :

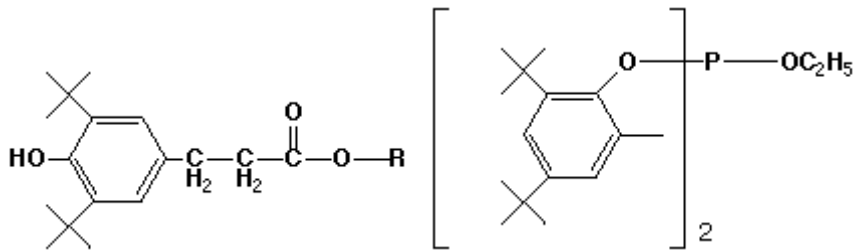
- Les plastifiants utilisés sont principalement des esters d'acides organiques. 90 % des plastifiants sont des phtalates (di-2-éthyl-hexylphtalate, dioctylphtalate ou dibutylphtalate). On trouve aussi les adipates correspondants.
- Un plastifiant ne doit pas être extrait de la masse du polymère par volatilité (perte de souplesse, fragilisation). Sa tension de vapeur doit être la plus faible possible.

Une des fonctions essentielle des additifs est de freiner l'oxydation des polymères qui provoque un jaunissement, une perte de transparence éventuelle, l'apparition de craquelures en surface et qui joue sur les propriétés mécaniques en diminuant la flexibilité éventuelle, la résistance à la traction. Cette oxydation est accélérée par la température et les UV. Les additifs vont donc piéger les radicaux en réagissant avec eux et/ou en absorbant l'énergie UV. Une famille important d'additifs, les "Hals" (Hindered Amines Light Stabilizers) empêche l'action des radicaux :

Tinuvin 770 et Chimassorb 944 (CIBA) : stabilisation UV des pare-chocs.



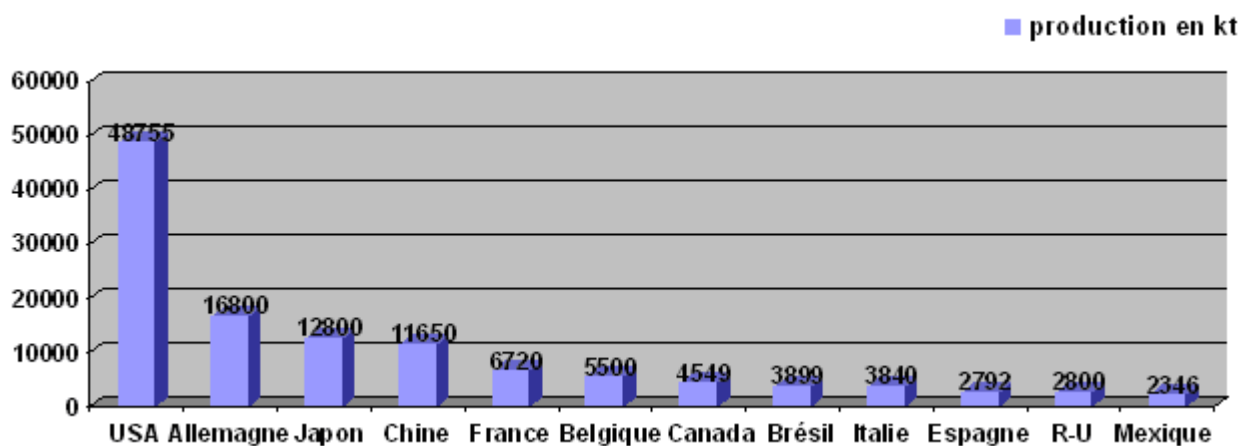
Irganox L135 (stabilisant des polyuréthanes) et Irgafos 38 (stabilisation du polypropylène).



Transformations :

Les techniques de la plasturgie sont variées et souvent spécifiques à un type particulier de plastique. Néanmoins, on peut citer les grandes méthodes de transformation : extrusion, extrusion-soufflage, injection sous pression, moulage...

PRODUCTION : en 2003, en milliers de tonnes des principales matières plastiques : PE, PP, PVC, PS. Monde : 169 000.



Situation française : en 2003.

- Productions et commerce extérieur, en milliers de tonnes :

	Productions	Exportations	Importations	Consommation réelle
Total matières plastiques	6720	4938	3939	5155
<u>Polyéthylène basse densité (PEBD)</u>	767	342	385	538
Polyéthylène basse densité linéaire	464	188	142	277
<u>Polyéthylène haute densité (PEHD)</u>	505	350	424	600
<u>Polychlorure de vinyle (PVC)</u>	1212	917	337	707
<u>Polypropylène (PP)</u>	1500	750	350	966
<u>Polystyrène (PS)</u>	415	207	129	269
Polyéthylènetéréphtalate (PET)	110	29	418	410
Résines aminoplastes	156	24	185	279
Polyesters insaturés	176	123	25	41
Résines phénoplastes	75	51	40	68
Résines alkydes	32	15	24	41

Principaux producteurs de matières plastiques dans l'Union Européenne en 2004

Basell Polyolefins

- Capacités de production européennes : 2 900 kt/an de PP et 2 600 kt/an de PE. Usines dans 7 pays de l'Union Européenne.

- En France : Berre l'étang, Fos sur Mer et Notre Dame de Gravenchon. Les deux plus récentes usines du groupe se situent à Plock en Pologne avec des capacités de production de 400 kt/an de PP et 320 kt/an de PEHD.

Total Petrochemicals

Polyéthylène	Polypropylène	Polystyrène
5 sites de production : 4 en Europe et un aux Etats-Unis	3 sites de production en Europe (3 ^{ème} producteur mondial)	5 sites de production : 4 en Europe et un aux Etats-Unis (3 ^{ème} producteur mondial)
Gonfreville (France) : 230 kt/an de PEHD et 160 kt/an de PEBD	Feluy (Belgique) : 380 kt	Capacités européennes : 548 kt/an
Carling (France) : 210 kt/an de PEHD	Gonfreville (France)	Carville (Etats-Unis) : 750 kt/an
Anvers (Belgique) : 510 kt/an de PEHD	Lavera (France)	
Feluy (Belgique) : 400 kt/an de PEHD	Capacité totale de production : 1 100 kt/an	
Bayport (Etats-Unis) : 400 kt/an		

BP (voir Innovene entité séparée de BP)

Polyéthylène	Polypropylène	Polystyrène
Lavera (France) : 270 kt/an	Lavera (France) : 270 kt/an	Wingles (France) : 180 kt/an de PS et 90 kt/an de PS expansible
Lillo (Belgique) : 500 kt de PEHD	Sarralbe (France) : 450 kt/an	

Innovene (Etats-Unis)

Entité séparée de BP

Capacité de production mondiale d'Innovene :

PP : 2 600 kt dont 1,3 million de tonnes en Europe avec les sites de Lavéra et Sarralbe en France ainsi que ceux de Geel et Lillo en Belgique.

PE : 3 600 kt dont 930 000 tonnes en Europe sur les sites de Grangemouth (Ecosse) et de Cologne (Allemagne).

Borealis (Danemark)

Total de la production en polyoléfines : 3 600 kt

- Capacités et sites de production

Sites de production	Polyéthylène	Polypropylène
Schwechat (Autriche)	490 kt/an	430 kt/an
Burghausen (Allemagne)	175 kt/an	210 kt/an
Kallo (Belgique)	330 kt/an	635 kt/an
Porvoo (Finlande)	330 kt/an	160 kt/an
Ronningen (Norvège)	225 kt/an	125 kt/an
Stenungsund (Suède)	590 kt/an	
Abu Dhabi (Emirats Arabes Unis), via la société Borouge association de Borealis avec l'ADNOC	480 kt/an	

Solvin (filiale de BP)

Solvin est le deuxième plus gros producteur européen dans le domaine du PVC avec une production de 1 260 kt/an répartie sur 6 sites de production dont 2 en France : Tavaux et Berre-l'Etang.

Sabir (Arabie-Saoudite)

En Europe, capacités de production de 1 300 kt de PE et environ 1 000 kt de PP. Les sites de production européens se situent à Geleen (Hollande) et Gelsenkirchen (Allemagne).

Polimeri Europa (Italie)

7 usines en Italie. 2 000 kt de PE/an.

Principal site de production : Brindisi : 500 kt/an de PEHD et PEBD linéaire.

En France, site de Dunkerque : 340 kt/an de PEBD.

Repsol (Espagne)

Capacités de production : 260 kt/an de PEBD, 240 kt/an de PEHD et 385 kt/an de PP.

Ineos Vinyls(Italie - Royaume Uni)

Entreprise spécialisée dans le PVC : 1 400 kt/an.

Hydro Polymers (Norvège)

Important producteur de PVC : au Royaume Uni : 380 kt/an, en Norvège : 160 kt/an et en Suède 200 kt/an

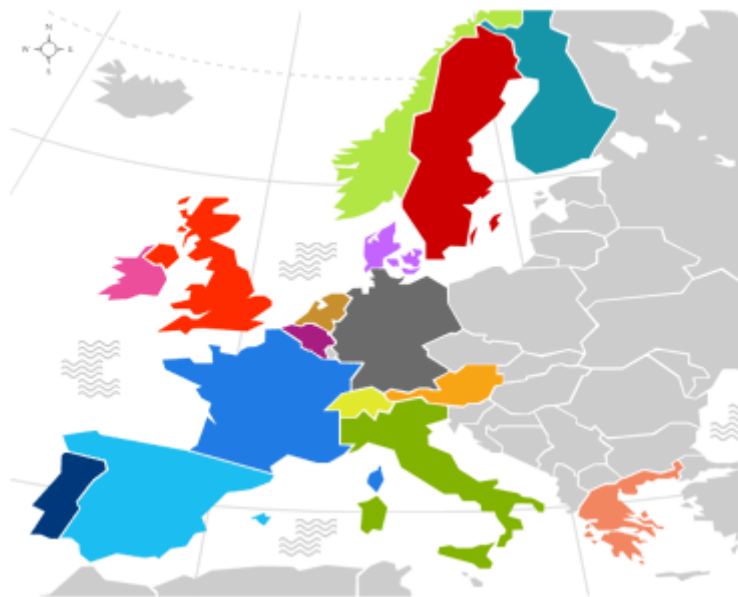
UTILISATIONS :

Consommation :

Principaux pays consommateurs en 2002

Etats-Unis : 41 000 kt, Chine : 26 800 kt, Japon : 10 349 kt, Inde : 6 500 kt, France : 4 550 kt, Brésil : 3 925 kt, Mexique : 3 510 kt, Canada : 3 463 kt

Consommation dans l'Union Européenne en 2002:: 39 700 kt.

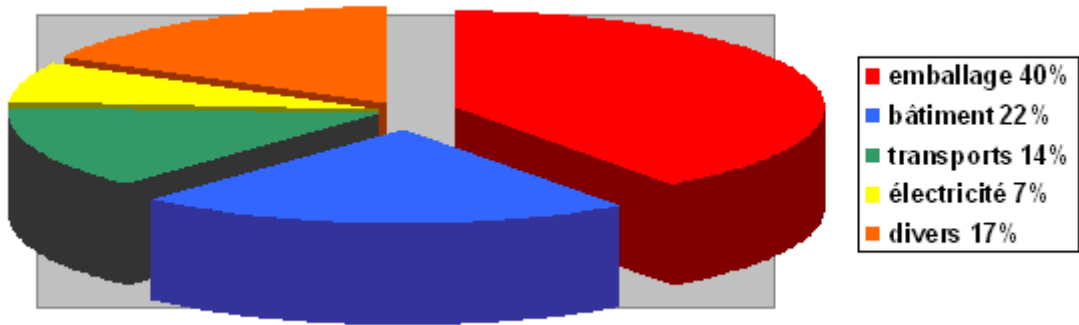


Source SPMP

Situation française : en 2003.

La consommation totale de matières plastiques en France est de 5,534 millions de tonnes.

Consommation selon les secteurs d'utilisation



Consommation des différentes matières plastiques dans les principaux secteurs d'utilisation

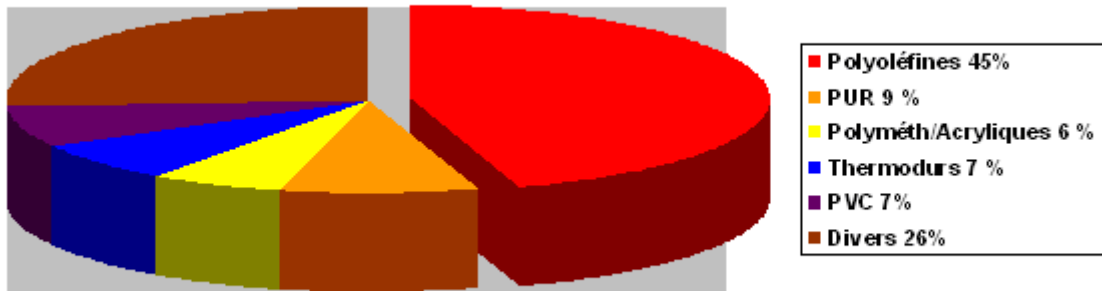
- Emballages

L'emballage est le premier débouché des matières plastiques avec plus de 2,1 millions de tonnes consommées.



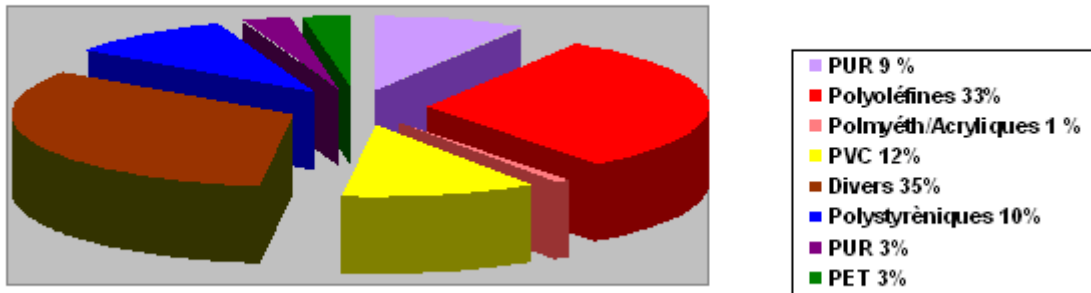
- Transports

Les transports ont utilisé 725 000 tonnes de matières plastiques.



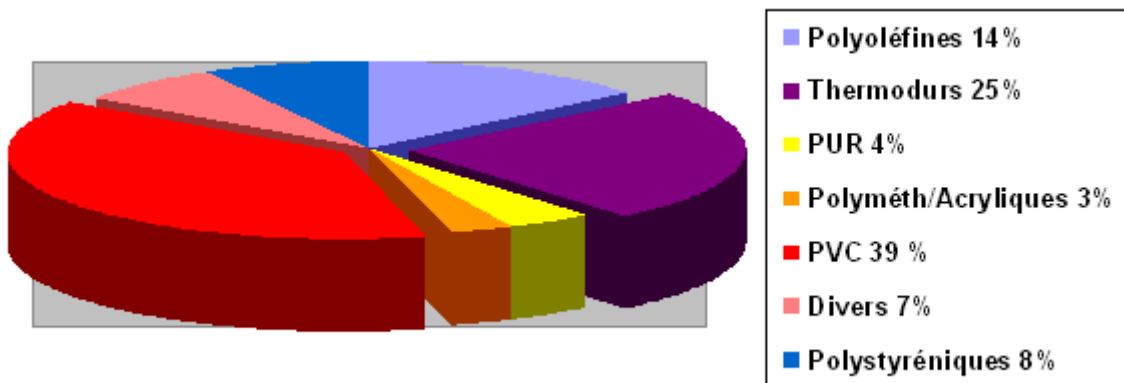
- Electricité/Electronique

346 000 tonnes de matières plastiques consommées



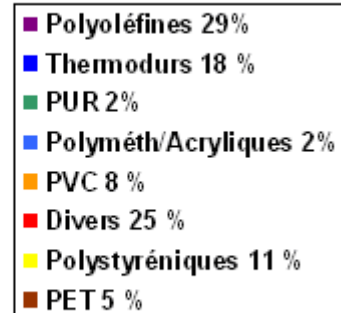
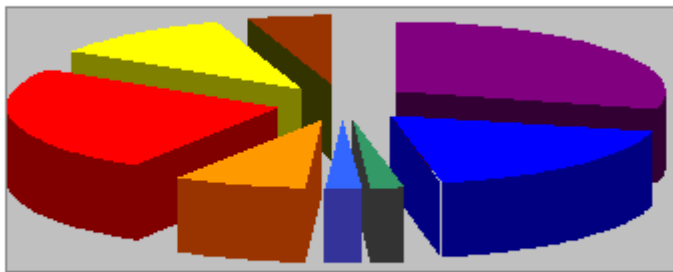
- Bâtiment et Travaux Publics

Le bâtiment est le deuxième plus gros consommateur de matières plastiques avec plus de 1,2 millions de tonnes.

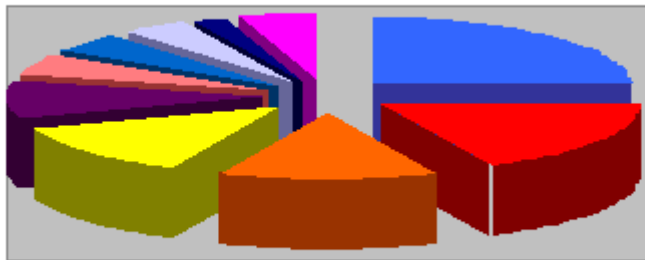


- Sports et Loisirs

274 000 tonnes de plastique ont servi à fabriquer du matériel de sports ou loisirs



Consommation selon la forme d'utilisation



Quelques applications particulières :

- Siphons en PP parfumés dans la masse pour éviter les mauvaises odeurs.
- Profilé en PVC imitant la texture du Chêne (teinte, toucher...).
- Enveloppe "mur rideau" en PVC-PVDF (polymère technique fluoré) pour l'habillage des façades.
- Toiles géantes de polypropylène pour les velum des stades.
- Plaques transparentes ondulées en PVC ou en polycarbonate pour serres.
- Isolants phoniques : tubes de PS extrudés pris en sandwich entre un film de PP et un voile en polyester...

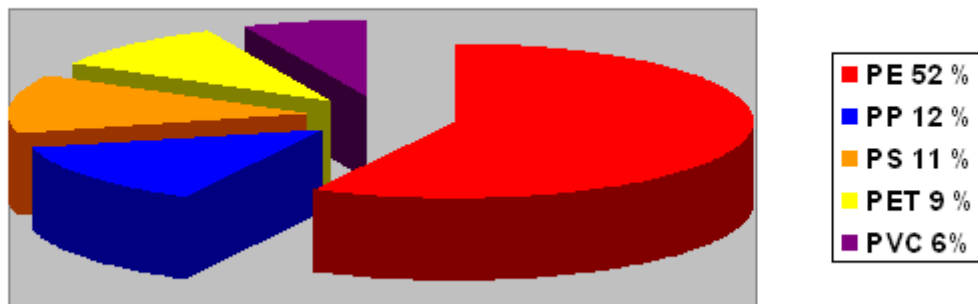
- Automobile :

Une automobile contient en moyenne 120 kg de matières plastiques, soit environ 12 % de son poids total. L'emploi des plastiques dans la fabrication des automobiles a permis aux fabricants de réduire le poids des véhicules tout en maintenant le même niveau de performance, améliorant ainsi la consommation d'essence. La consommation de pétrole pour les seules voitures de l'Europe occidentale a été réduite de 12 millions de tonnes par an, grâce aux matières plastiques. Ceci représente environ un dixième de la consommation de carburant des voitures personnelles, ainsi qu'un impact sur les émissions de CO₂ d'environ 30 millions de tonnes par an.

RECYCLAGE :

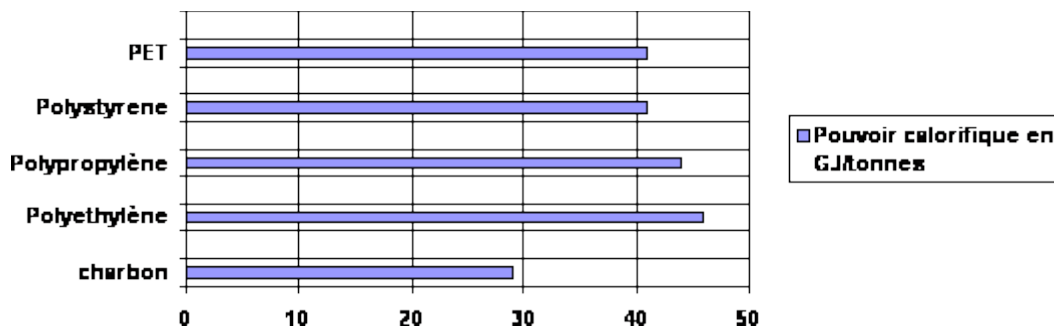
En 2002, en France, plus de 280 000 tonnes de plastiques ont été recyclés (soit 16 % des emballages mis sur le marché) et environ 670 000 tonnes ont subi une valorisation énergétique.

Part des principales matières plastiques dans le recyclage



- Valorisation énergétique.

En 2002, les matières plastiques représentaient 11 % des déchets ménagers. Les emballages à eux seuls représentent 40 % du total des ordures ménagères. Les matières plastiques ainsi présentes ont un fort pouvoir calorifique et facilitent l'incinération des autres déchets.

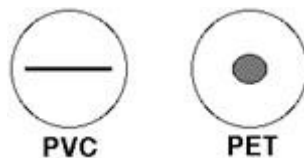


Comparaison des pouvoirs calorifiques des principaux polymères recyclés par rapport au charbon

- Plastiques et Bouteilles :

En 2003, 47 % des emballages plastiques ont été valorisés : 34 % par valorisation énergétique (cf. chapitre sur la [valorisation thermique des ordures ménagères](#)).et 13 % par recyclage (dont plus de 3 milliards de bouteilles).

Les bouteilles plastiques en PVC se reconnaissent par la marque de moulage située sur le fond de la bouteille qui se distingue de la marque de soufflage présente sur le fond des bouteilles en PET :



Le PET laisse envisager plusieurs voies de recyclage : fondu, il peut constituer la couche intermédiaire prise entre deux couches de polymère vierge pour certains flacons multicouches jetables; la société Wellman a mis au point un PET de qualité alimentaire contenant 25 % de polymère recyclé; le procédé "Récopet" permet de le transformer en acide téréphtalique et en glycol qui vont eux-mêmes redonner du PET.

En 2004, plus de 5 milliards de bouteilles ont été recyclées soit plus de 4 bouteilles sur dix. Les bouteilles en plastiques sont l'objet d'une attention particulière quant au recyclage ce qui a donné lieu à la mise au point de techniques de pointe pour la reconnaissance et le tri automatique des plastiques : pour affiner le tri manuel, des caméras travaillant dans le proche infrarouge comparent le spectre du plastique trié avec une bibliothèque de spectres enregistrés ; un robot doté de plusieurs capteurs peut ainsi repérer et séparer les polymères de diverses natures. Ceci est très important car pour le recyclage, la présence de deux bouteilles de PET dans un lot de 1 tonne de PVC, soit 22 000 bouteilles suffit à rendre ce lot inutilisable.

- Automobile :

Le recyclage est désormais pris en compte dès la conception des nouveaux véhicules, tant au niveau du choix des matériaux que des opérations de montage et de démontage (les industriels sont notamment intéressés par les techniques automatisées de reconnaissance et de tri par infrarouge des plastiques - voir Plastiques et bouteilles). En 2006, d'après les nouvelles directives européennes 85 % du véhicule devra être recyclé. L'objectif est d'atteindre le chiffre de 95 % aux environs de 2015.

La voie du recyclage est essentiellement utilisée pour les pièces plastiques de grande taille. Les 1 500 pièces automobiles de petite taille qui pèsent en moyenne 50 g sont destinées à la valorisation énergétique.

On retrouve les plastiques recyclés dans nombres d'applications : fibres textiles, murs antibruit, tubes, bacs et mobilier urbain...