

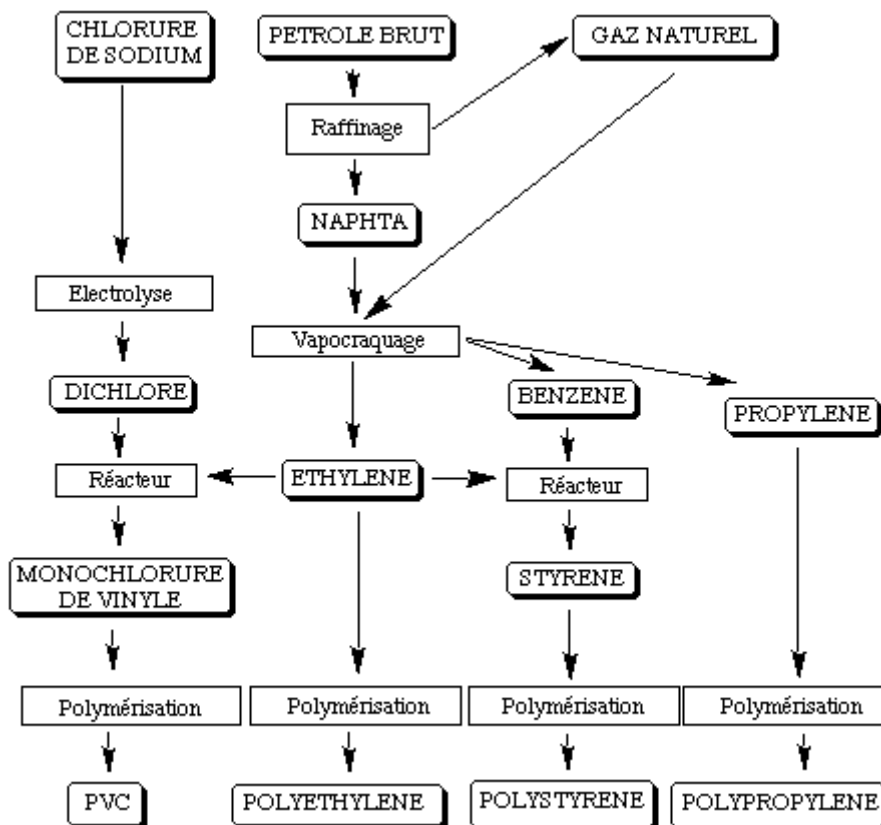
MATIERES PLASTIQUES 1996

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 modifications chimiques. Le polyéthylène, le polypropylène, le polychlorure de vinyle et le polystyrène sont des thermoplastiques (voir le schéma des modes de fabrication). En France, 81% de la production de matières plastiques porte sur les thermoplastiques dont 71% 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.

Modes de fabrication schématiques des principaux thermoplastiques :



Source SPMP

PRODUCTION : en 1995, en millions de tonnes des principales matières plastiques :

PE, PP, PVC, PS : quelques exemples. Monde : 122.

États-Unis	24,1	Corée du Sud	5,6
Japon	10,1	France (1996)	5,3

Situation française : en 1996.

- Productions et commerce extérieur, en milliers de t :

	Productions	Exportations	Importations
Total matières plastiques	5 300	4 157	2 885
Polyéthylène basse densité (PEBD)	1 059	675	404
Polyéthylène haute densité (PEHD)	369	279	364
Polychlorure de vinyle (PVC)	1 185	773	316
Polypropylène (PP)	1 118	697	245
Polystyrène (PS)	341	242	204
Polyéthylènetéréphtalate (PET)	30	15	145
Résines aminoplastes	160	28	141
Polyesters insaturés	83	37	22
Résines phénoplastes	70	40	29
Résines alkydes	38	7	17

- Producteurs des matières plastiques en Europe de l'Ouest (1994), en milliers de tonnes :

(On indique entre parenthèse les pays d'origine des sociétés ou des groupements de sociétés)

Société	Polyéthylène	Polypropylène	PS, PSE,
---------	--------------	---------------	----------

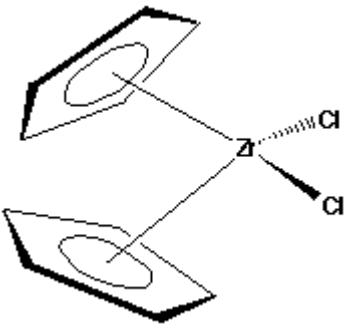
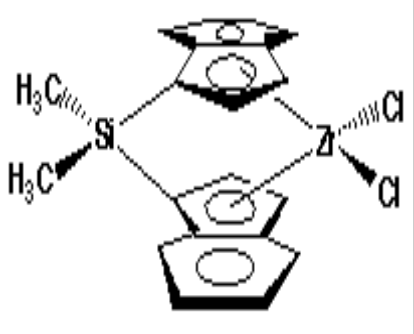
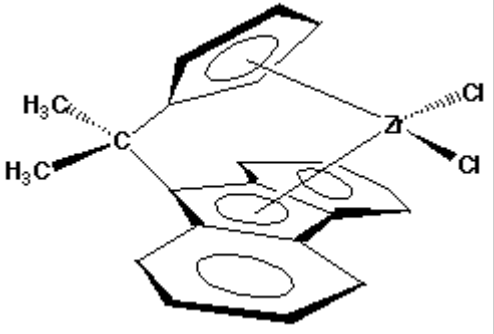
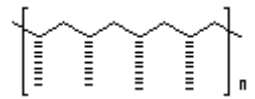
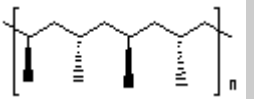
			PVC, PET
Elf-Atochem/Appryl (France-Grande-Bretagne)	735	350	1 140
BASF/Row (Allemagne)	650	600	925
Borealis (Neste-Statoil) (Norvège)	1 410	610	130
Sofia (Shell-Himont) (Grande-Bretagne-Italie)	460	1 525	-
Enichem (Italie)	1 400	-	480
Hoechst-Wacker (Allemagne)	580	540	650
Solvay (Belgique)	360	260	1 020
Dow Chemical (États-Unis)	980	-	435
BPchem-Erdolchemie (Grande-Bretagne-Allemagne)	1 065	-	175
DSM (Pays-Bas)	905	280	-
EVC (ENI-ICI) (Italie-Grande-Bretagne)	-	-	1 060
Exxon Chemicals (États-Unis)	810	140	-
Repsol (Espagne)	655	160	140
Hüls (Allemagne)	170	200	530
Petrochemie Danubia (Autriche)	400	370	-
Shell-Rovin (Grande-Bretagne-Pays-Bas)	-	-	775
Petrofina (Belgique)	370	180	-
Norsk Hydro (Norvège)	-	-	335

Techniques de synthèses 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).

PP atactique	PP isotactique	PP syndiotactique
		
répartition aléatoire des substituants méthyle		

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 concernent 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.
- Composés à base de calcium et zinc : stéarates, hydroxystéarates, bécénates, et laurates de calcium, stéarates, laurates et octoates de zinc.

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. Les dérivés thioglycoliques confèrent

la stabilité à la chaleur et les mercapto-étains la stabilité à la lumière.

- Composés à base de cadmium (en mélange avec Ba, Pb, ...) : stéarates, benzoates, octanoates, laurates de cadmium. Ils confèrent une résistance chimique et la stabilité dans le temps.

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

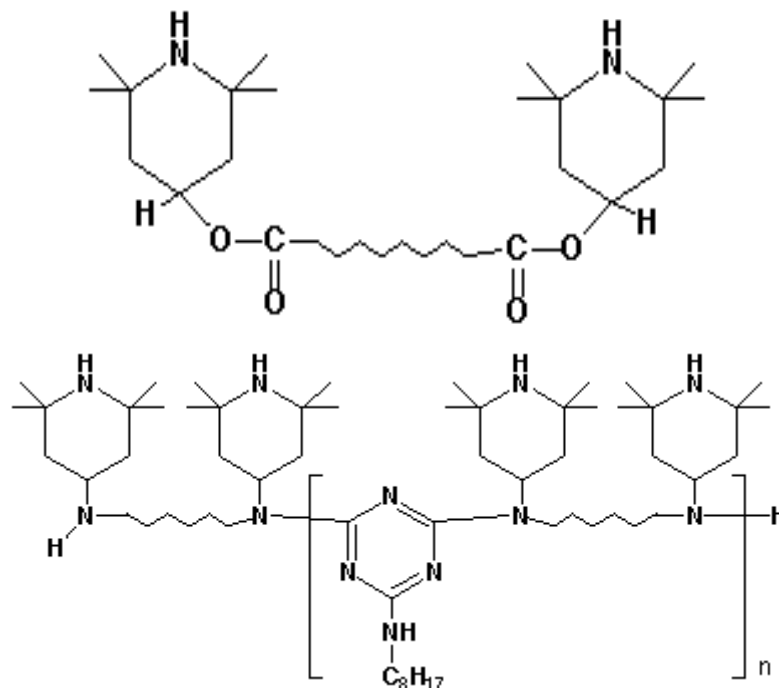
Exemples de plastifiants pour le PVC :

- 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.

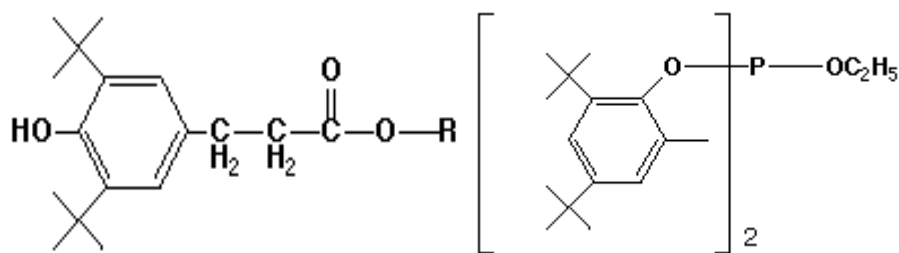
- Un plastifiant ne doit pas être extrait de la masse du polymère par volatilité (perte de souplesse, fragilisation). Sa tension de vapeur doit être la plus faible possible.

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).



TRANSFORMATION :

Les techniques de la plasturgies 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...

CONSOMMATION : en 1991, en kg par habitant.

Allemagne	133	Danemark	102	Canada	70
Autriche	127	Japon	94	Finlande	70
États-Unis	102	Italie	74	France	66

Situation française : en 1996.

Consommation de matières plastiques : 4 218 700 t.

Répartition de la consommation, par secteur, en tonnage :

- Emballages : 38 %
- Bâtiment (isolation, canalisations, portes et fenêtres, couvertures...) : 25 %
- Transports : 13 %
- Électricité, Électronique (câbles,...) : 10 %
- Divers (agriculture, santé, sport, loisirs, ameublement, jouets...) : 14 %

Répartition des types de plastiques, en pourcentage, par secteur d'activité en 1996 :

	PE	PVC	PP	PS	PET	PSE	Divers
Emballages	48 %	16 %	13 %	10 %	7 %	2 %	5 %

PSE : Polystyrène expansé., PU : Polyuréthanes

	1	2	3	4	PVC	PET	PU	Divers
Transports	40 %	-	6 %	9 %	9 %	-	10 %	26 %
Electricité/ Electronique	44 %	10 %	1 %	3 %	13 %	8 %	1 %	20 %
Bâtiment	20 %	7 %	4 %	18 %	39 %	-	5 %	7 %

1 : Polyoléfines (PE, PP) - 2 : Polystyréniques (PS, PSE,...) - 3 : Polyméthacryliques (PMMA,...) - 4 : Thermodurs.

- Bâtiment :

20% des plastiques en Europe de l'Ouest sont dévolus à la construction.

Consommation du plastique dans le bâtiment, par types de plastiques :

Fenêtres	PVC : 100%		
Canalisations	PVC : 71%	PE : 25%	PP : 4%
Profilés	PVC : 100%		
Isolation	PSE : 45%	PU : 40%	PS extrudé : 10%
Revêtement	PVC : 37%	PP : 28%	Polyamides : 24%
Câblages	PVC : 62%	PE : 38%	

Quelques applications :

- 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. On trouve des matières plastiques dans le moteur (collecteur d'admission d'air, courroies, réservoirs d'eau, tuyaux de transmission des fluides...), dans les équipements de sécurité (coussin gonflable de sécurité, protections latérales,...) et bien sûr dans les réservoirs à essence. L'avantage est entre autres la légèreté qui permet des économies d'énergie (un allègement de 100 kg par voiture équivaut à une économie de carburant de 0,5 litre au 100 km). Rapporté aux 145 millions de voitures circulant en Europe, cela représente une économie annuelle de 6 millions de tonnes de carburant.

- Mécanismes :

Les matériaux polymères se font une place dans les domaines des mécanismes en prenant la place du métal dans certaines applications : engrenages, lames de ressorts, coussinets, corps de pompes, capots, raccords, pièces de fixation... Par exemple dans un lave-linge récent, le fond de la cuve en polymère intègre le corps de pompe de vidange.

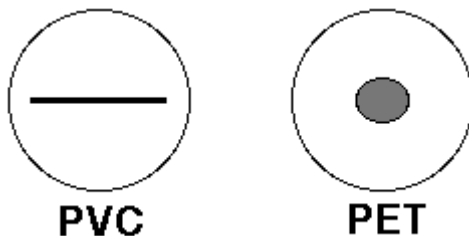
- Plastiques et Bouteilles :

Sur le marché français, répartition en pourcentage des différents matériaux utilisés

pour conditionner les eaux plates et gazeuses :

PVC : 75%, PET : 15%, Verre : 10%.

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-même redonner du PET. Les bouteilles en plastiques sont l'objet d'une attention particulière quant au recyclage (5 milliards de bouteilles en PVC ont circulé sur le marché français en 1994) 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 cameras 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.

RECYCLAGE :

En 1995, principaux polymères recyclés, en pourcentage du marché européen des plastiques recyclés :

Plastique	PE	PP	PS	PET	PVC
Pourcentage	51,4	11,5	11,4	9,7	6,2

- Valorisation énergétique.

En 1995, les matières plastiques représentaient 11 % des déchets ménagers. Les emballages à eux seuls représentent 39 % du total des ordures ménagères. Les matières plastiques ainsi présentes ont un fort pouvoir calorifique et facilitent l'incinération des autres déchets.

Pouvoir calorifique en GJ/t de quelques matériaux présents dans les ordures ménagères :

Polyéthylène, Polypropylène	46,0	PVC rigide	18,4
Polystyrène	41,0	Papier, cartons	15 à 19

En 1995, les matières plastiques ont contribué pour 50 % aux 500 000 tep récupérées par la valorisation thermique des ordures ménagères.

- Bouteilles : voir ci-dessus.

Il faut bien prendre conscience du fait qu'aujourd'hui le recyclage est essentiellement limité par la collecte; en effet les techniques de recyclage et de valorisation des matières plastiques sont efficaces : entre 50% et 95% des bouteilles et flacons qui entrent dans une usine de recyclage ressortent sous forme de divers matériaux (vêtements, flacons, tuyaux de canalisation...). Sur les 360 kg de déchets ménagers produits par an et par habitants on trouve 27 bouteilles de PEHD (lait...), 25 bouteilles de PET (sodas...) et 90 bouteilles de PVC (eaux minérales, gazeuses...). Mais nous sommes loin de collecter et donc d'offrir au recyclage toutes ces bouteilles :

	PEHD	PET	PVC
Quantité recyclable si collecte efficace	0,1 kg	0,17 kg	0,4 kg
Quantité effectivement recyclée	0,01 kg	0,05 kg	0,15 kg

- Automobiles :

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 ci-dessus). La société Renault qui utilisait en 1996 3 000 tonnes de plastique recyclé prévoit de passer à 20 000 tonnes d'ici à la fin 1998.

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...