

Chapitre 3. Mise en forme des matériaux plastique

Les techniques de transformation des plastiques dépendent de la nature des polymères et de la destination des produits finis (applications). Les principaux procédés industriels sont :

III.1. Le procédé injection

Le moulage par injection, aussi appelé injection plastique, est un procédé de mise en œuvre des thermoplastiques. La plupart des pièces en thermoplastique sont fabriquées avec des presses d'injection plastique : la matière plastique est ramollie puis injectée dans un moule, et ensuite refroidie. Le moulage par injection est une technique de fabrication de pièces en grande ou très grande série. Il concerne avant tout les matières plastiques et les élastomères (caoutchoucs). On rencontre des composants moulés par injection dans de très nombreux produits manufacturés : automobile, électroménager, matériel informatique, mobilier

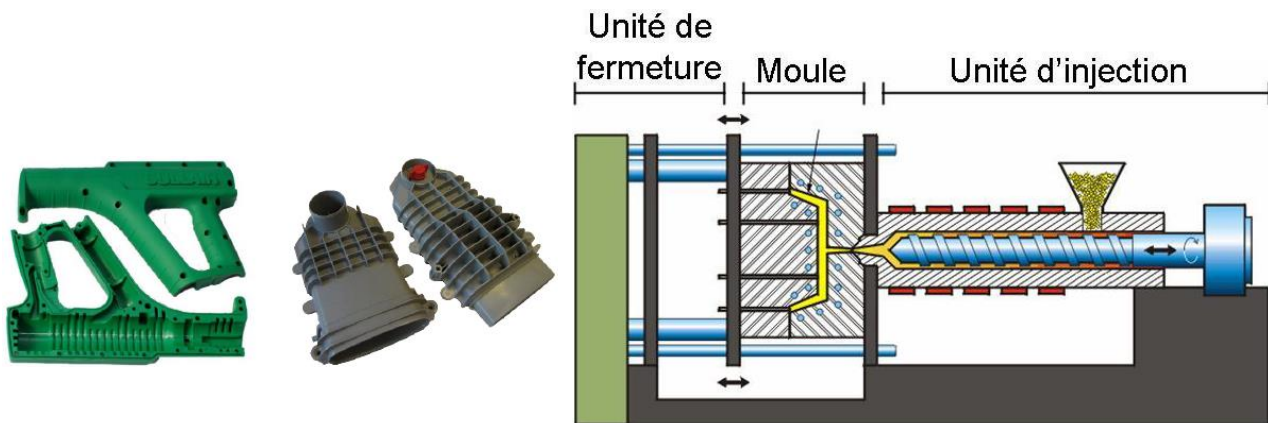


Figure III.1. Le procédé injection

III.2. Le procédé injection soufflage

Le procédé d'Injection-Soufflage permet de réaliser des corps creux qui présentent de bonnes propriétés mécaniques. Il se décompose en 2 phases distinctes :

- Une première phase d'injection. Cette phase consiste à injecter une préforme (éprouvette) dans un moule d'injection.
 - Une deuxième phase de soufflage. Cette phase consiste à souffler la préforme dans un moule.
- Cette technique est essentiellement réservée aux thermoplastiques. Le cycle de fabrication se compose de 5 étapes :

Les différentes étapes :

- Injection de la préforme. Celui-ci est définitivement réalisé à ce stade de fabrication de l'objet.
- La préforme encore chaude (120°C - 200°C) est transférée dans un moule de soufflage
- Soufflage. L'air comprimé est introduit au travers du noyau portant la préforme
- La pièce est démoulée, puis transférée à l'aide du noyau sur le poste d'éjection
- Ejection

Exemple d'utilisation :

Bouteille, flacon, bouteille de carburants

Indice :

Point d'injection au fond du contenant

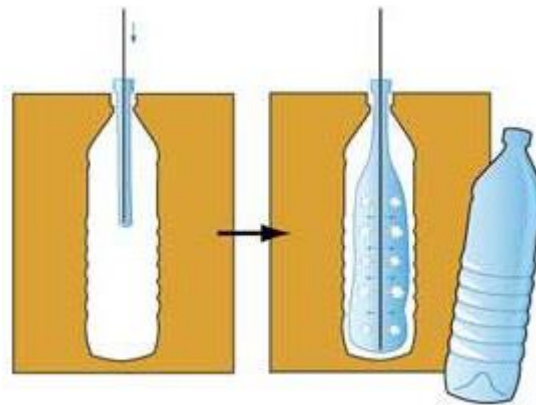


Figure III.2. Le procédé injection soufflage

III.3. Le procédé extrusion

L'extrusion est un procédé de transformation en continu. Comme pour l'injection, le granulé entre dans un tube chauffé muni d'une vis sans fin. La matière molle homogénéisée est poussée, comprimée, puis passe à travers une filière pour être mise à la forme souhaitée. C'est une sorte de « machine à spaghettis » qui permet obtenir des produits semi-finis de formes diverses. On fabrique avec cette technique de transformation des produits de grande longueur comme des profilés pour les portes et les fenêtres, des canalisations, des câbles, des fibres optiques, des tubes, des grillages, des plaques et des feuilles plastique... Le tube ou le profilé sort en continu, il est refroidi pour être ensuite coupé à la longueur voulue. En additionnant plusieurs couches de matière on peut réaliser des produits ayant des propriétés combinées.

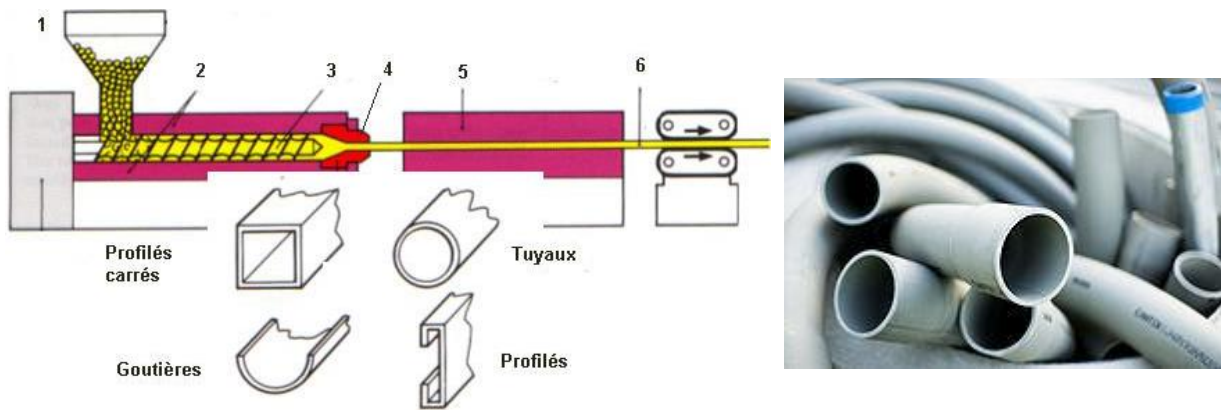


Figure III.3. Le procédé extrusion

III.4. Le procédé extrusion gonflage

Ce procédé est un dérivé de l'extrusion, il consiste à souffler en continu de l'air à l'intérieur de la paraison pour la faire gonfler. Ce procédé ne nécessite pas de moule, c'est l'air soufflé qui donne la forme et le refroidissement. Cette technique permet de fabriquer des sacs plastiques.

Procédé : Variante de l'extrusion où, à la sortie de la filière, on gonfle d'air le tube produit. Il devient ainsi une longue bulle de pellicule plastique. Après avoir refroidi, on l'aplatit et on l'enroule sur des bobines. Exemples d'utilisation : Sacs poubelles, sacs de congélation.

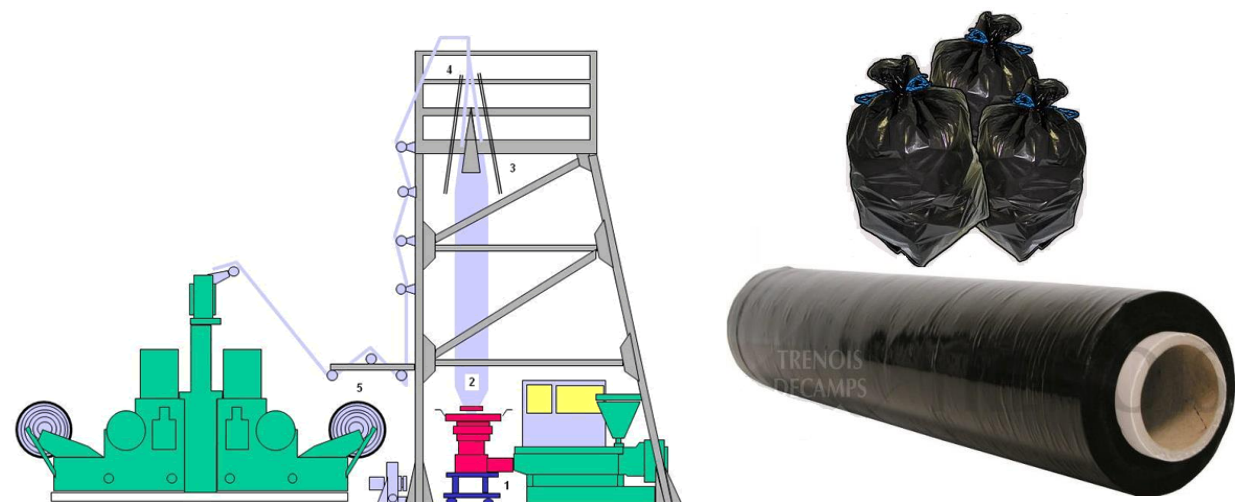


Figure III.4. Le procédé extrusion gonflage

III.5. Le procédé extrusion soufflage

L'extrusion soufflage permet de fabriquer des corps creux. Cela commence par l'extrusion d'un tube plein appelé la paraison. Ce tube de plastique encore chaud sortant de la filière est coupé et un moule froid en deux parties se referme autour de lui. Ensuite, de l'air est injecté dans la matière par une canne de soufflage et le polymère vient se plaquer sur les parois intérieures du moule qui est rapidement refroidit. Le procédé se termine par le démoulage, le décarottage et l'élimination des déchets de moulage de la pièce.

Indice : Ligne de soudure au fond du contenant

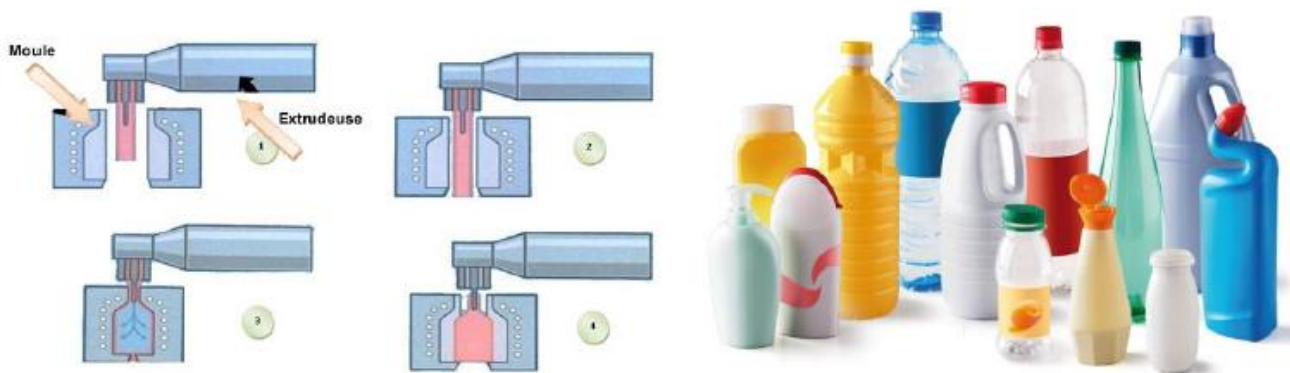


Figure III.5. Le procédé extrusion soufflage

III.6. Le procédé thermoformage

Le thermoformage est une technique de moulage.

1. Mise en place de la feuille et chauffage par un plateau chauffant supérieur et inférieur.
2. Montée du moule : la feuille est ramollie et le moule monte pour emboutir la feuille.
3. Formage / Refroidissement : une fois le moule en position haute, le vide est fait entre le moule et la feuille.
4. La feuille se plaque sur le moule et en prend sa forme. De l'air ou de petites gouttelettes d'eau sont projetées sur la pièce pour la refroidir et lui donner sa forme finale.
5. De l'air est soufflé à l'intérieur du moule pour décoller la pièce du moule et celui-ci descend pour libérer la pièce.
6. Une fois le moule descendu, la pièce peut être enlevée puis décortiquée pour enlever les chutes de production (cercle rouge)

Applications : Jouets (bac à sable, toboggans...) Pots de yaourt Blister Gobelets et barquettes, cabines de douche, baignoires, éléments de carrosserie.

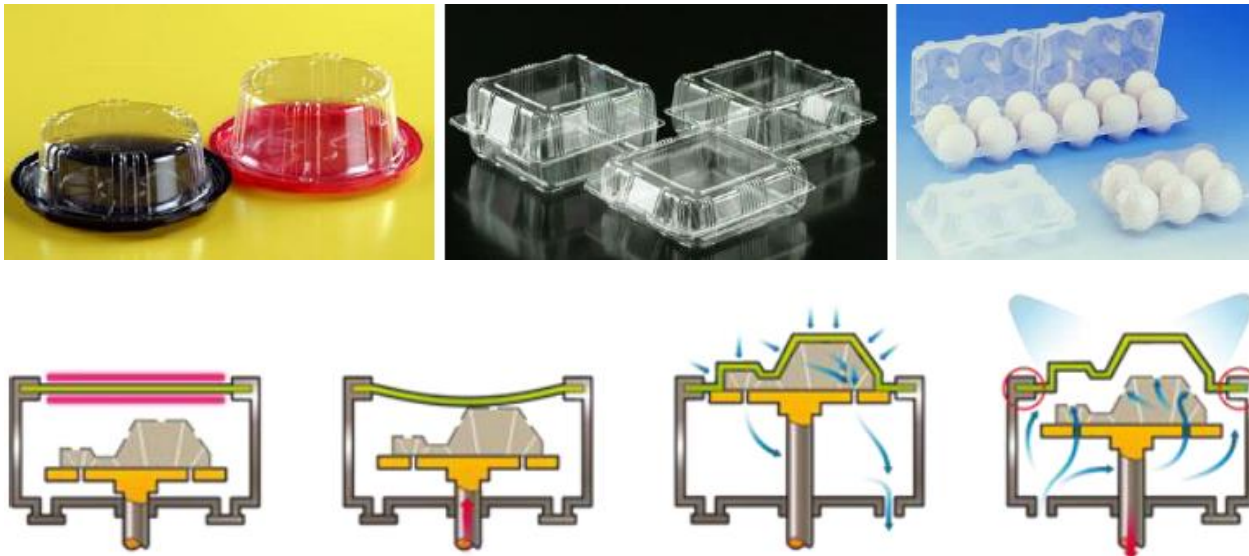


Figure III.6. Le procédé thermoformage

III.7. Le procédé calandrage

Le calandrage est un procédé de fabrication de feuilles ($> 100 \mu\text{m}$) ou de films ($< 100 \mu\text{m}$) en polymères par écrasement de la masse plastique fondue entre plusieurs cylindres chauffés et entraînés mécaniquement. ... des largeurs importantes : 4 000 mm sans étirage pour les feuilles, ou avec étirage pour les films. Ces derniers ont de nombreux avantages : Recyclage de produit, gain de poids : par leur faible densité, stabilité dans le temps (absence de plastifiant).

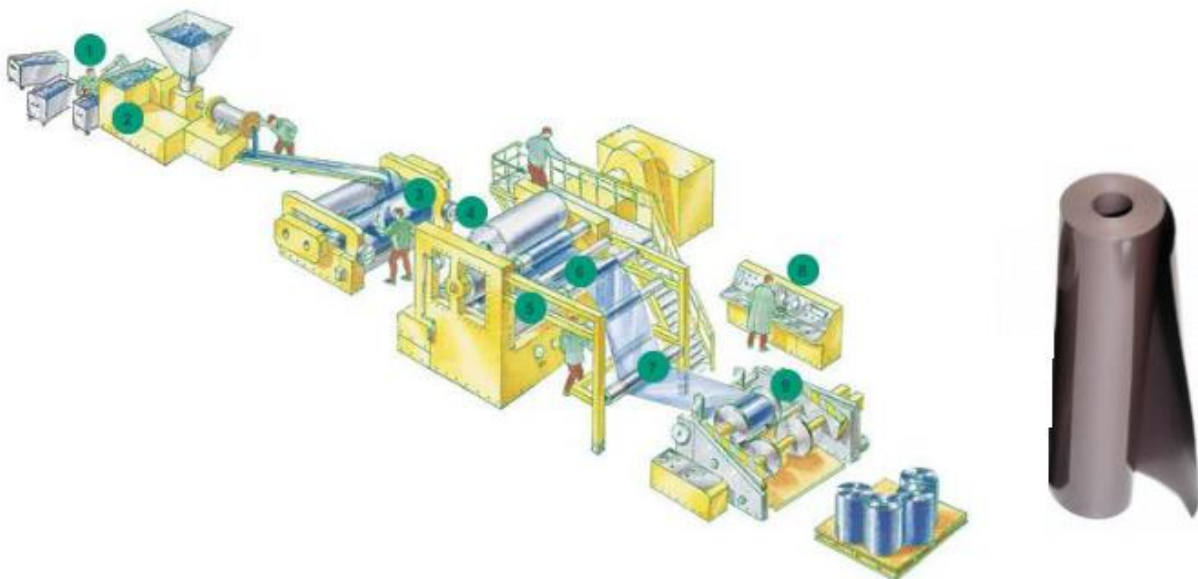


Figure III.7. Le procédé calandrage

III.8. Le procédé rotomoulage

Le rotomoulage est un procédé de mise en forme des matières plastiques très utilisé pour fabriquer des articles de sports nautiques. La matière première est du plastique (en général du polyéthylène) sous forme de poudre. Elle est chargée dans un moule afin de reproduire la forme intérieure de ce moule.

La mise en œuvre du rotomoulage comporte 6 phases :

1. Le chargement de la matière plastique dans le moule
2. La fermeture du moule
3. La mise en rotation du moule autour de 2 axes perpendiculaires
4. Le chauffage dans un four
5. Le refroidissement
6. Le démoulage.

Grâce au rotomoulage, on peut ainsi fabriquer des kayaks, des canoës, des barques, des planches de stand. Cette technique a commencé à être mise en œuvre de manière industrielle dans les années 70. Elle a permis à de nombreuses marques de développer et mettre sur le marché de nombreux produits en vente.

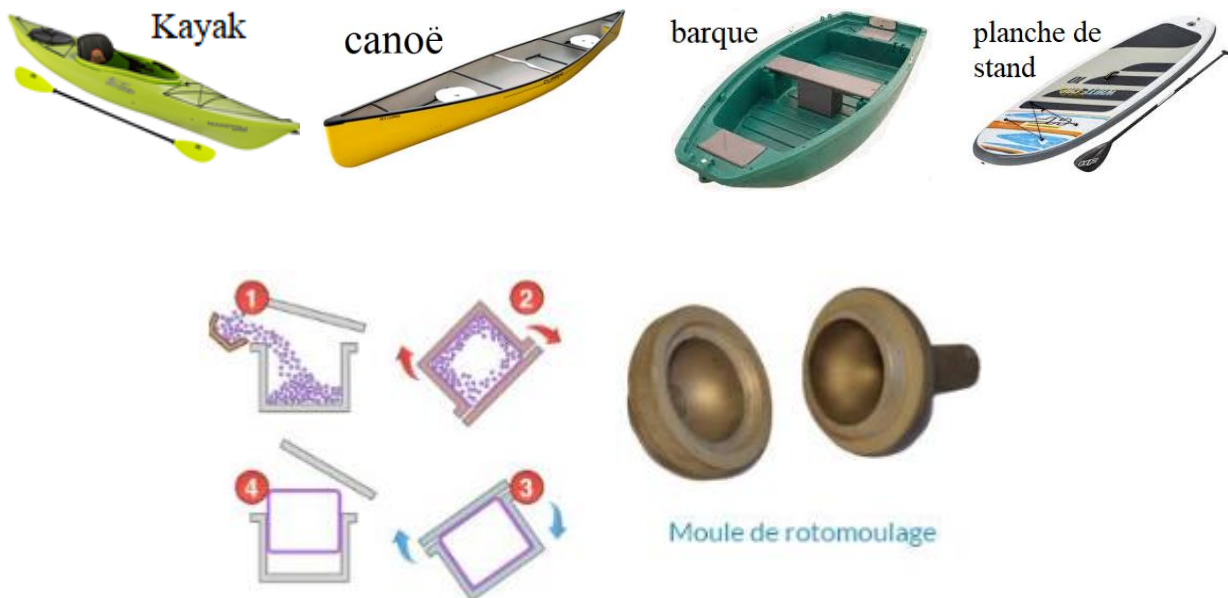


Figure III.8. Le procédé de rotomoulage

III.9. Le procédé expansion moulage

Procédé de fabrication d'une pièce en mousse de polymère consistant à provoquer l'expansion à chaud de billes de polymère contenant un additif volatil, puis à compacter ces billes expansées dans un moule dont elles prennent la forme.

Le moulage par expansion est notamment utilisé pour la production d'emballages ou d'isolants en polystyrène expansé (PSE).

Production de la matière première : le polystyrène expansible

Le polystyrène expansible est obtenu par polymérisation du styrène avec introduction simultanée d'un agent d'expansion : le pentane. Le polymère obtenu se présente sous forme de billes sphériques dont les diamètres varient de 0,2 à 0,3 mm. Cette étape a lieu au sein d'usine pétrochimique.

Le passage de l'état expansible à l'état expansé est réalisé sur les sites de fabrication des transformateurs en trois étapes successives :

Pré-expansion : A l'intérieur d'une cuve en inox et en présence de vapeur d'eau, l'agent d'expansion se dilate et provoque une première expansion du polystyrène expansible (jusqu'à 30 fois leur volume initial !). Les billes pré-expansées ainsi obtenues sont dotées d'une structure alvéolaire composée à 98 % d'air.

Maturation : Ensuite, ces billes pré-expansées reposent dans des silos pendant plusieurs heures pour permettre leur stabilisation.

Moulage de l'emballage : Les billes pré-expansées finalement introduites dans un moule fermé sont soumises à une nouvelle injection de vapeur d'eau. Elles reprennent leur expansion (jusqu'à 50 fois leur volume initial), occupent tout l'espace du moule et se soudent entre elles pour constituer l'emballage.

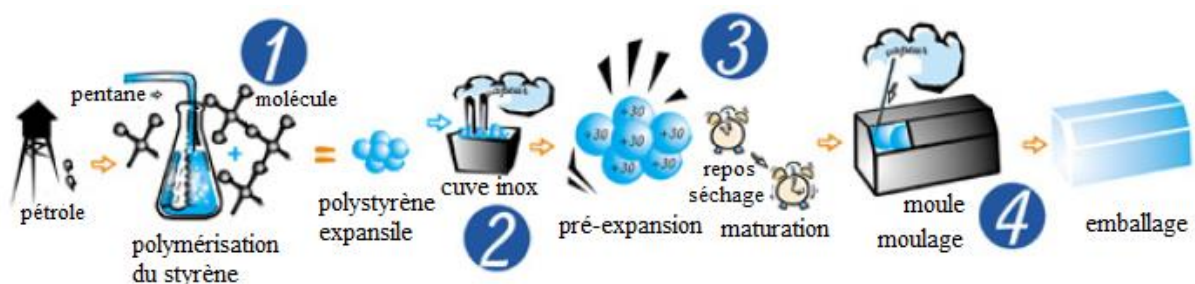




Figure III.9. Schéma de fabrication du PSE par le procédé expansion moulage

La classification des plastiques

SIGLE	NOM	UTILISATIONS
	Polyéthylène Terephthalate (PET)	Bouteilles d'eau, de boissons gazeuses, de jus de fruits, d'huile de cuisine... (transparent). Emballages jetables de toutes sortes, Sac de cuisson, barquette alimentaire, emballages de cosmétiques
	Polyéthylène haute densité ou High Density Polyethylene (HDPE)	Souvent utilisé pour les bouteilles de détergents, de jus de fruits, de lait (opaque), bouchons vissés, flacons pour cosmétiques, gels douches
	Polychlorure de vinyle (PVC)	Peu utilisé dans les emballages alimentaires si ce n'est pour emballer le fromage et la viande. Surtout utilisé dans la fabrication de jouets, de tuyaux en plastique, de rideaux de douche
	Polyéthylène basse densité ou Low Density Polyethylene (LDPE).	Sacs congélation, sacs poubelles, poches zipées alimentaires, films alimentaires, barquettes
	Polypropylène (PP)	Certaines tasses pour enfant, certaines gourdes souples réutilisables pour sportifs, récipients alimentaires réutilisables. Pots de yaourt, de margarine, de beurre, planches à découper en plastique
	Polystyrène (PS)	Barquettes alimentaires à emporter, barquettes de viandes et poisson, gobelets, couverts et verres en plastique jetables, pots de yaourts. Sous forme expansée, sert à l'emballage et à l'isolation.
	Autres	Cette catégorie comprend tous les types de plastique qui ne sont pas inclus dans les autres. Notamment le polycarbonate (PC) compose les biberons, les résines internes des boîtes de conserve, les bombonnes d'eau, les récipients pour micro-ondes mais aussi le petit électroménager