

## COURS N°13

**Chapitre : VII- Fabrication des pièces en matériaux plastique****VII.1-Introduction**

La matière plastique est une matière issue essentiellement de 3 matières premières : le pétrole, le gaz naturel et le charbon et est obtenue par polymérisation (procédé chimique industriel).

**VII.2-Les différentes étapes de fabrication du plastique**

L'ingrédient de base pour la fabrication de plastique est le **naphta**. Le naphta est un liquide issu de nombreuses et complexes opérations de raffinage du pétrole brut.

La fabrication de plastique représente seulement 4% du pétrole brut consommé dans le monde.

Le processus de fabrication du plastique se décompose en trois étapes.

**Étape 1** : le naphta est chauffé à plus de 800°C, puis refroidit brutalement. Par ce processus, ses molécules d'hydrocarbures se fragmentent en petits morceaux : les monomères.

**Étape 2** : les monomères, grâce à des réactions d'addition ou de condensation, se lient entre eux pour former des polymères. À la sortie de la raffinerie, ils se présentent sous forme de granulés, de liquides ou de poudres.

**Étape 3** : les polymères, avec l'ajout d'adjuvants et d'additifs, deviennent les différents matériaux plastiques que nous connaissons.

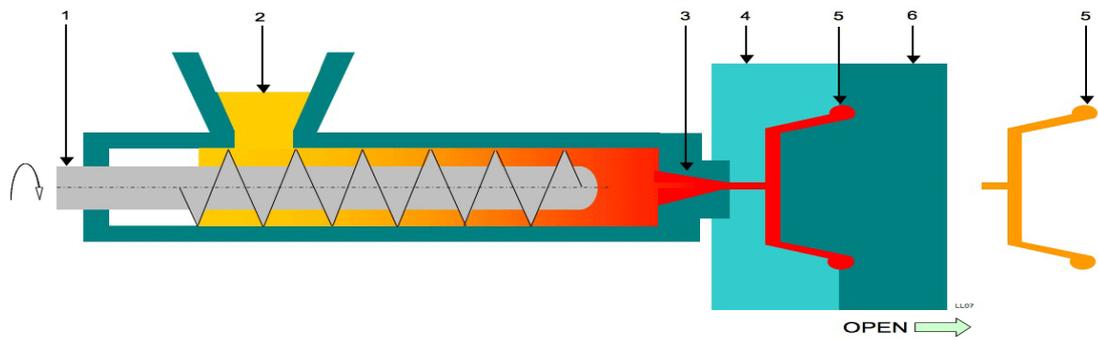
Un objet fabriqué en matière plastique est obtenu par un procédé de moulage. Sous l'effet de la chaleur et d'une haute pression, le matériau plastique est injecté dans un moule pour obtenir la forme désirée.

Les techniques de fabrication des pièces plastiques dépendent de la nature des polymères et de la destination des produits finis. Quelques méthodes sont régulièrement utilisées pour la fabrication des pièces et des objets en polymère. Les principaux procédés de fabrication industrielle sont : l'injection, l'injection soufflage, le thermoformage, l'extrusion, l'extrusion soufflage, l'expansion moulage, le calandrage, le rotomoulage.

**VII.3. L'injection**

La matière plastique sous forme de granulés, est versée dans une trémie pour alimenter une vis sans fin logée dans un tube chauffé. Elle y est comprimée, malaxée et chauffée. Ce traitement mécanique et thermique fournit une pâte fondante et homogène sans bulle qui est poussée par la vis en rotation vers un orifice. La matière expulsée sous pression par la vis d'injection à travers ce trou vient remplir un moule fermé et refroidi. Au contact des parois froides, elle prend la forme du moule et se solidifie. Le moule s'ouvre ensuite pour faire sortir la pièce. Pour changer la forme de la pièce, il suffit de changer de moule.

Ce procédé permet une transformation en discontinu des thermoplastiques. On obtient après démoulage des produits finis ou semi-finis de formes complexes en une seule opération. C'est une méthode de production très rapide pour produire des objets en très grande quantité. La technique de fabrication est fréquente pour fabriquer des objets moulés de qualité, parfois de forme compliquée dans le domaine de l'automobile, du jouet ou de l'électronique. On peut réaliser des objets très volumineux, par contre, il n'est pas possible de faire des parois supérieures à 6 mm.

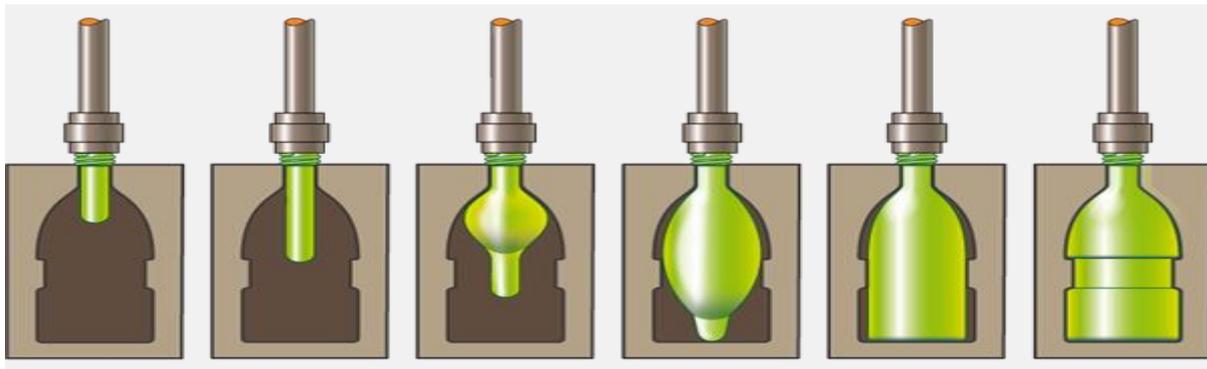


Moulage par injection

Légende :

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1. Vis de plastification contrôlée par la presse. | 5. Pièce.                  |
| 2. Trémie d'alimentation.                         | 6. Empreinte/pièce.        |
| 3. Buse d'injection.                              | 7. Partie mobile du moule. |
| 4. Partie fixe du moule.                          |                            |

**VII.4. L'injection –soufflage** : est un procédé utilisé pour fabriquer la plupart des bouteilles et des flacons. On utilise des pièces semi-finies obtenues par injection. Par exemple pour les bouteilles d'eaux minérales, le plastique est préformé mais le goulot est déjà entièrement formé. Le corps de la préforme est chauffé puis une tige étire la préforme jusqu'au fond du moule. Enfin, un très puissant jet d'air plaque la matière contre les parois du moule. La préforme prend alors la forme et le moule est refroidi puis ouvert pour faire sortir la bouteille. Comme pour l'injection, pour changer la forme de la bouteille, il suffit de changer de moule.



L'injection – soufflage

### VII.5. Le thermoformage

Le **thermoformage** consiste à prendre un matériau sous forme de plaque ou de feuille en bobine, à le chauffer pour le rendre plus malléable, et à profiter de cette ductilité pour le mettre en forme à l'aide d'un moule. Le matériau se fige à la forme du moule lorsqu'il refroidit.

Dans le cas du thermoformage des plastiques, le matériau utilisé se présente sous forme de bobine, dès que l'épaisseur de la matière avant thermoformage est inférieure à deux millimètres. Au-delà il s'agit du thermoformage à partir de plaque de matière.

**Le cycle de thermoformage se déroule selon les phases suivantes :**

1. Chauffage de la matière.
2. Présentation de la matière en face du moule.
3. Mise en forme par étirement de la matière sur le moule par le vide, sous pression ou par piston.
4. Refroidissement de la matière : la pièce est formée.
5. Découpe de la pièce.

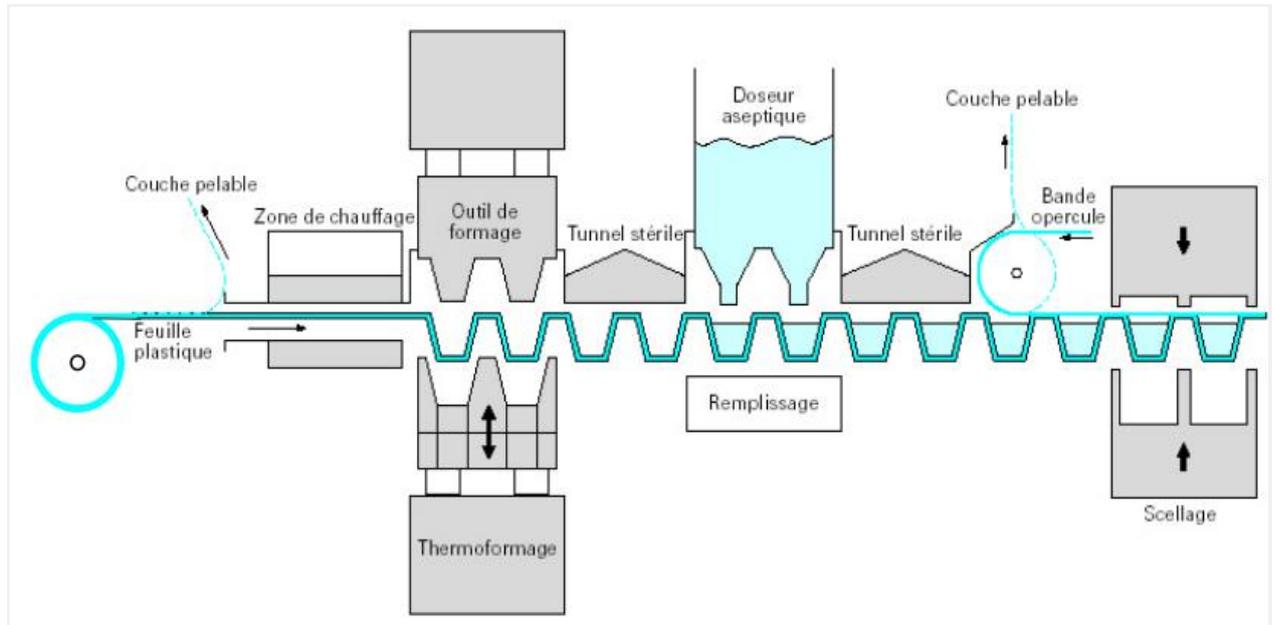


Schéma de principe du procédé de thermoformage assisté par poinçon dans l'industrie de l'emballage alimentaire de produits frais : chauffage, formage, remplissage et scellage en ligne dans des conditions stériles.

## VII.6. Les secteurs et les applications :

Le secteur d'application et le type de pièce sont donc très variables :

- **Industrie transport** : carénages, capotages, intérieurs de portes, pare-chocs, tableaux de bord, capots de valise, véhicules utilitaires, vitres...
- **Industrie** : carénages machines industrielles, plateaux de manutention...
- **Cosmétique** : présentoirs, emballages ...
- **Aéronautique** : capots de protection, carters...
- **Mobilier** : plateaux repas, sièges, fauteuils...
- **Médical** : conditionnement de produits pharmaceutiques, carters machines...
- **Publicité sur Lieu de Vente (PLV)**: présentoirs produits (alimentaire, décor, livres...)
- **enseignes** : logos accrochés en façade (logos pharmacie).
- **Emballage** : les emballages thermoformés sont très utilisés pour emballer et caler les produits.

## VII.7. Le recyclage des déchets plastiques.

Le plastique met entre 100 et 1000 ans à se dégrader dans la nature. Cela peut avoir des conséquences sur la faune et la flore, ce qui impose l'importance du recyclage.

Après usage et collecte, les déchets plastiques sont acheminés vers des usines de traitement pour y être prélavés et triés. Ils sont ensuite broyés en paillettes, lavés, rincés, essorés, séchés, tamisés et régénérés en granules.

Il est à noter que le pouvoir calorifique du plastique équivaut à celui du charbon ou du pétrole. Ainsi, une part importante des déchets plastiques suivent actuellement une filière de valorisation énergétique.



Equivalence entre emballages collectés et plastique recyclé transformé

## VII.8. Caractéristiques et usage des thermoplastiques

Nom, abréviation	caractéristiques	usages
<b>polyéthylène (PE)</b>	Translucide, inerte, facile à manier, résistant au froid. On distingue deux familles: -le PEBD (polyéthylène basse densité) bonne résistance chimique, olfactivement, gustativement et chimiquement neutre, facilement transformé et soudé. - le PEHD (polyéthylène haute densité)	Utilisé dans la moitié des emballages plastiques et dans les domaines les plus divers. PEBD : produits souples : sacs, films, sachets, bidons, récipients et bouteilles souples (sauces, shampoing, crèmes...)* PEHD : objets rigides (bouteilles, flacons, bacs poubelles, tuyaux, jouets, ustensiles ménagers, boîtes de conservation, sacs plastiques**
<b>polypropylène (PP)</b>	Très facile à colorer. N'absorbe pas l'eau. aspect brillant et résistant à la température (160°C).  Difficile à recycler surtout s'il est imprimé	Pièces moulées d'équipements automobiles (pare-chocs, tableaux de bord, ...), mobilier de jardin, Film d'emballage, bouteilles rigides, boîtes alimentaires résistantes à la température du lave-vaisselle. Fibres de tapis, moquettes, cordes, ficelles
<b>polystyrène (PS)</b>	Dur et cassant. Trois types: - polystyrène "cristal" transparent - polystyrène "choc" (HIPS) ; acrylonitrile butadiène styrène ABS) - polystyrène expansé (PSE), inflammable et combustible	Usages variés : mobilier, emballages, jouets, verres plastiques, pots de yaourt, ... -"cristal": nombreux types de boîtes, boîtiers CD... -ABS : produits rigides, légers et moulés (bacs à douche...) -PSE : emballage « anti chocs », isolant thermique
<b>polycarbonate (PC)</b>	Excellentes propriétés mécaniques, bonne résistance thermique jusqu'à 120°C, très transparent, physiologiquement neutre Mauvaise résistance aux contacts prolongés avec l'eau, aux agents chimiques et aux rayons ultraviolets.	casques de moto, boucliers de police, CD et DVD, vitres pare-balle, phares, feux arrière et clignotants d'automobile, matériel médical et prothèses, biberons incassables, profilés de toiture, vitres de cabine téléphonique...

## VII.9. Caractéristiques et usage des thermodurcissables

<b>phénoplastes (PF)</b>	Bonne résistance aux produits chimiques et à la chaleur et électriquement isolantes. Transformable par moulage et par compression. Souvent colorés en brun foncé	domaines scientifiques et réalisation d'objets: téléphones, postes de radio, pour fabriquer les poignées de casserole, de fer à repasser et des plaques de revêtement.
<b>aminoplastes (MF)</b>	deux types principaux : urée-formaldéhyde (UF) et mélamine-formaldéhyde (MF) dont le plus connu est le <i>formica</i> . Dureté et rigidité exceptionnelles, peu sensibles à l'hydrolyse et à la lumière, résistance à l'abrasion, bonne tenue aux solvants, difficilement inflammables. Peuvent être produits en teintes claires	Usages variés : mobilier de cuisine, plans de travail, liants (adhésifs) dans les contreplaqués, bois agglomérés, mélaminés, etc.), moulage en stratifiés décoratifs de revêtements, pièces moulées d'ustensiles de cuisine (plateaux...), matériel électrique (interrupteurs, prises de courant...), vernis de parquets (vitrification), apprêts pour rendre les tissus indéfroissables ou plastifiés, peintures, etc.

Nom, abréviation	caractéristiques	usages
<b>polyuréthanes (PUR)</b>	Grande diversité de dureté et textures en fonction des associations chimiques de différents monomères	Mousses souples ou rigides grâce à des agents d'expansion, colles, fibres ( <i>Licra</i> ) Matelas, sièges de voiture, tableaux de bord, roues de patins à roulettes, chaussures de ski...
<b>polyesters insaturés</b>	Prix peu élevé, durcissement assez rapide sans élimination de produits secondaires. Imprégnation facile des fibres de verre.	Pièces plastiques renforcées par coulée : pales d'éoliennes, coques et cabines de bateaux, piscines, carrosseries d'automobiles, ... Textiles ( <i>Dacron, Tergal, Térylène...</i> )



Les emballages thermoformés sont très utilisés pour emballer et caler les produits.

Exemple plaquette d'emballage des produits agricoles.