Ce manuel pour la classe est le résultat de plusieurs années d'élaboration et de pratique dans le cadre d'une section bilingue.

Adapté au programme des sections bilingues Espagnoles, tercer curso de ESO, permet d'aborder le programme contenant «el currículo de Tecnología en francés»

Auteurs:

Arancha Alonso-Lej, *professeur de technologie au Lycée espagnol IES Jerónimo Zurita.*

Pablo Arruga Tejero, *professeur de technologie au Lycée espagnol IES Jerónimo Zurita.*

Avec la collaboration de :

Carmen Palacín, *professeur de français*.

Cristina Martín, *professeur d'informatique.*

Designs graphiques de l'unité 4 :

Jose Miguel Fuertes*, professeur d'arts plastiques et sculpteur.*

Photo en couverture : Sara Arruga

Zaragoza 2012

España

SOMMAIRE

Unité 1: Les plastiques 3

Unité 2: Les matériaux de construction 22

Unité 3: Les centrales d'énergie..... 42

Unité 4: Le dessin assisté par ordinateur..... 66

Unité 5: Le tableur 75

Unité 6: L'électricité 87

Unité 7: Les mécanismes 114

Unité 8: Internet. Les réseaux informatiques..... 129

Unité 9: Internet et communication 138

Unité 10: L'atelier 146

Unité 1 : LES PLASTIQUES



Les plastiques inventés au XXIème siècle ont remplacé les matériaux traditionnels comme le bois ou le métal. Les recherches menées pour améliorer et diversifier leurs propriétés les destinent à des nombreuses utilisations.

Aujourd'hui les plastiques sont irremplaçables et omniprésents dans les objets de notre vie quotidienne.

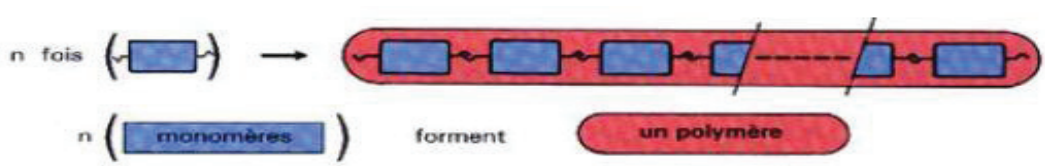
D'où provient le mot plastique? Le mot plastique vient du grec ***plastikos***, qui signifie ***modelable***, une caractéristique essentielle de ces matières.

LES MACROMOLÉCULES

La matière première généralement est le **pétrole**, duquel sont extraites des molécules d'hydrocarbure. Les matières plastiques sont des **composés organiques**, c'est-à-dire, elles sont essentiellement formées de **carbone** et d'**hydrogène**.

Après les molécules d'hydrocarbure se sont unies entre elles pour former des grandes molécules: **Les polymères. Les molécules d'un plastique sont très grandes, donc, on dit qu'elles sont des macromolécules.**

Ces **macromolécules** sont obtenues par le groupement d'un grand nombre de petites molécules dites **monomères**, qui se transforment en **polymères** dans une réaction de **polymérisation.**



POUR EN SAVOIR PLUS

Le 4% du pétrole est utilisé pour fabriquer des matières plastiques. 1 tonne de plastique recyclé économise 800 kg de pétrole brut.

Pourquoi les matières plastiques sont si importantes?

Dans le passé, des matériaux de base durables comme la pierre, le bronze et le fer, de même que les matières plus éphémères telles que le bois, le cuir, le lin ou la laine, ont joué un rôle important dans la société. **Afin de répondre à la demande croissante de certaines de ces matières et d'améliorer par la même occasion leurs précieuses propriétés, la science et l'industrie des 19ème et 20ème siècles ont développé de nouveaux produits: les matières plastiques**. Ces dernières ne proviennent plus de l'agriculture ou de l'élevage mais bien du **pétrole**, et résultent des progrès spectaculaires de la chimie.

Les matières plastiques présentent de nombreuses propriétés parfois incomparables. **L'industrie de la construction et de l'automobile, l'industrie alimentaire et le monde médical sont parmi les plus grands consommateurs** des nouveaux matériaux. **Les matières plastiques ont remplacé avantageusement quantité de 'produits naturels' dans diverses applications, ce qui représente souvent un avantage pour l'environnement**. Bannir les matières plastiques signifierait que l'environnement serait totalement dilapidé à court terme ou que l'humanité devrait retourner au niveau de vie du début du 19ème siècle.

PROPRIÉTÉS DES PLASTIQUES

- Le Plastique a des **possibilités d'utilisation infinies**;
- Le Plastique est une matière **hygiénique** et **aseptique**;
- Le Plastique est un excellent **isolant thermique**;
- Le Plastique est un excellent **isolant électrique;**
- Les Plastique est un **matériau combustible;**
- Le plastique possède une **haute plasticité**
- Le Plastique est une matière **légère**;
- Le Plastique est **flexible** et **maniable**;
- Le Plastique est une matière **résistante**;
- Le Plastique est **durable** et **fiable**;
- Le plastique est économique.



- En plus, on peut dire que le plastique est un matériau **facile à conformer** et qu'il a la capacité de **se combiner avec d'autres matériaux**.

La **plasticité** est la propriété de la matière de se laisser former (ou déformer) d'une manière durable (par opposition à élasticité : possibilité de déformation temporaire) sous l'action d'une contrainte ou dans certaines conditions de température.

FAMILLES DE MATIÈRES PLASTIQUES.

LES MATIÈRES PLASTIQUES D'ORIGINE NATURELLE

- **Les polymères naturels ou biopolymères:** Ce sont les polymères issus directement de la nature, synthétisés par les végétaux, les animaux ou les micro-organismes. Les plus importants sont les polysaccharides comme l'**amidon** dont les sources principales sont le maïs, le blé et la pomme de terre, la **cellulose** (papier), la **lignine** (bois) ou le **chitosane** (chitine des crustacées). La deuxième catégorie est constituée par les protéines qui sont issues des plantes oléagineuses (colza, tournesol, soja), du son des céréales (gluten du blé), des tissus animaux (**collagène, gélatine**) ou des produits animaux (**caséine**). Enfin, on compte aussi dans cette famille les élastomères hydrocarbonés produits par les plantes (**caoutchouc naturel**).

- **Ambre** (résine fossilisée) : il est connu depuis l'Antiquité, l'ambre est utilisé pour produire des objets avec cette résine fossilisée de plantes décoratives.

- **Asphalte-Bitume** (matière naturelle à base d'hydrocarbures) : elle est utilisée dès l'Antiquité pour imperméabiliser des bassins artificiels et des conduites d'eau. Actuellement pour le revêtement des routes et des trottoirs.

- **Ivoire** (défense de certains animaux) : il est très dur, il était employé pour la fabrication de touches de piano ou des manches de couteau. Son commerce est interdit dans des nombreux pays.

- **Corne** (Origine animale) : la corne provient de l'espèce bovine (plus particulièrement du buffle ou du zébu. Elle est légère, se travaille facilement et elle ne s'enflamme pas. On fabrique des boîtes, boutons, plumes, peignes…

2. Les Thermoplastiques

Les **thermoplastiques** ramollissent sous l'effet de la chaleur. Ils deviennent souples, malléables et durcissent à nouveau quand on les refroidit. Comme cette transformation est réversible, ces matériaux conservent leurs propriétés et **ils sont recyclables**. Leurs polymères de base sont constitués par des macromolécules linéaires, reliées par des liaisons faibles qui peuvent être rompues sous l'effet de la chaleur. Les objets sont broyés et refondus pour en élaborer d'autres. **Plus de 80% des plastiques** communément utilisés sont de ce type (soit plus de 35 millions de tonnes en Europe!!).



Les thermoplastiques sont recyclables!!

Le cercle de Moebius (symbole du recyclage

Les plus répandus sont:



- **Le polyéthylène (PE)**: il représente environ **un tiers de la production totale** des matières plastiques et **la moitié des emballages plastiques**. Il est économique et écologique car il peut être réutilisé.

Au cours de ces dernières années, **50% du PE constituant les sacs poubelle est recyclé.**

Il existe **deux types** de polyéthylène classés en fonction de leur densité: le **PEBD** ou polyéthylène basse densité (sa densité est inférieure à celle de l'eau, il est transparent, stable et il se recycle bien) et le **PEHD** ou polyéthylène haute densité (il est utilisé pour des objets plastiques rigides).

- **Le polypropylène (PP):** c'est un polymère très polyvalent qui sert à la fois comme **thermoplastique et** comme **fibre**. Il est facile à colorer et il n'absorbe pas l'eau.

On trouve le polypropylène sous forme de **pièces moulées** dans les équipements automobiles (pare-chocs, tableaux de bord, habillage de l'habitacle) et dans le mobilier de jardin.

Ce matériau sert à fabriquer des **boîtes à aliments** qui résistent au lave-vaisselle parce qu'il ne fond pas en dessous de 160ºC.

Le PP est employé aussi dans la fabrication de **fibres synthétiques** (tapis, moquettes, cordes, ficelles) mais aussi pour les **emballages alimentaires** en raison de son aspect brillant et de sa résistance (flacons, films, pots). Cependant, le **PP film** est un des plastiques les plus difficiles à recycler surtout s'il est imprimé.

- **Le polystyrène (PS):** c'est un plastique dur, cassant et transparent. On l'utilise pour fabriquer du **mobilier**, des **emballages**, des **grilles de ventilation**, des **jouets**, **verres plastiques**.

On distingue trois types de polystyrènes:

➢ Le polystyrène « cristal » n'a pas de structure cristalline mais il a un aspect transparent. C'est un plastique dur et cassant utilisé pour de nombreux types de boîtes (notamment les boîtiers CD).

➢ Le polystyrène « choc » ou HIPS (high-impact polystyrène) est un copolymère formé par du styrène et du polybutadiène. C'est le plus commun de la famille des plastiques styréniques car il est résistant, capable de supporter des impacts plus forts que le polystyrène normal Ce polymère est utilisé par l'industrie pour des produits rigides, légers et moulés (bacs à douche). Le polybutadiène a été un des premiers élastomères synthétiques à être inventé car il est très similaire au caoutchouc naturel.

➢ Le polystyrène expansé (PSE): il est solide à 20ºC, pâteux à 120ºC et fondant à 160ºC. C'est une sorte de mousse banche compacte inflammable et combustible.

C'est un matériau qui sert à emballer les appareils sensibles aux chocs et qui est un très bon isolant thermique pour les plaques de doublage des murs.

- **Le polycarbonate (PC):** c'est un matériau qui présente d'excellentes propriétés mécaniques et une bonne résistance thermique jusqu'à 120ºC. On l'utilise pour la fabrication des casques de moto ou des boucliers de police. Comme il est transparent, il sert aussi à la fabrication des CD et des DVD, des vitrages des guichets à l'épreuve des balles et des phares, feux arrière et clignotants de voitures. Il peut être employé aussi dans le domaine médical pour la fabrication de matériel et des prothèses. Par contre, il résiste mal aux contacts prolongés avec l'eau, aux agents chimiques et aux rayons ultraviolets.



- **Le polyéthylène téréphtalate (PET):** le PET est surtout employé pour la fabrication des fils textiles, de films et de bouteilles. L'inventeur des bouteilles en PET voulait faire une bouteille incassable.

- **Le polychlorure de vinyle (PVC):** Il peut être soit rigide soit souple selon les ingrédients qu'on y incorpore. Le PVC rigide est utilisé pour les **tuyaux de canalisation**. Le PVC souple a un aspect brillant et il est utilisé pour les bouteilles.

Il est largement employé dans l'industrie de l'ameublement et dans le bâtiment ou le génie civil.

Le PVC est après le PE, le plastique le plus utilisé au monde.

- **Les polyamides (PA):** elle a été **la première matière plastique à avoir été découverte en 1938**. Ce sont des polymères qui offrent un bon compromis entre des qualités mécaniques, thermiques et chimiques. Les polyamides sont utilisés pour réaliser des pièces moulées dans l'appareillage ménager et automobile, des tapis et des moquettes, de la robinetterie, de la serrurerie, des engrenages, des textiles (lingerie et voilage).



- **Le polyméthylacrilate de méthyle (PMMA) ou Plexiglas:** c'est un plastique transparent, avec d'excellentes propriétés optiques, bonne tenue au vieillissement et aux intempéries.

Le PMMA est un plastique qui **peut remplacer le verre** et il est utilisé pour fabriquer des enseignes lumineuses, verrières, hublots, vitrines, fibres optiques, prothèses et lentilles de contact.

- **Le polytétrafluoroéthylène (PTFE) ou Téflon:** il est chimiquement inerte, antiadhérent, imperméable à l'eau et aux graisses, excellente comportement à la chaleur et à la corrosion.

Il est employé pour fabriquer des prothèses orthopédiques et auditives, joints, garnitures, pièces mécaniques en milieux corrosifs, isolation électrique et revêtements de poêles à frire.

RÉSUMÉ: LES APPLICATIONS

NOM	APPLICATIONS
PEBD	Sacs, films, sachets, sacs poubelle, récipients souples(bouteilles de ketchup, de shampoing...)
PEHD	Bouteilles, flacons, tuyaux, fûts, jouets, ustensiles ménagers, des boîtes type tupperware, jerricans
PP	Pièces moulées (pare-chocs, tableaux de bord...), mobilier de jardin, boîtes à aliments, emballages alimentaires, fibres synthétiques, flacons, prothèses
PS	Mobilier, emballage, grilles de ventilation, jouets, verres plastique, isolation thermique
PC	Casques de moto, CDs, DVDs, domaine médical (matériel et prothèses)
PET	Fibres synthétiques, films, bouteilles
PVC	Tuyaux (canalisation d'eau), ameublement, bouteilles, isolation des fils électriques, maroquinerie, revêtements de sols
PA (Nylon)	Fibres synthétiques, pièces moulées, chaussures, moquettes, robinetterie, engrenages, selles de vélo
PMMA	Matériau remplaçant le verre, vitrines, fibres optiques, prothèses et lentilles de contact
PTFE (Téflon)	Prothèses orthopédiques et auditives, joints, garnitures, isolation électrique et revêtements de poêles à frire.



3. Thermodurcissable

Les thermodurcissables **prennent leur forme définitive au premier refroidissement, la réversibilité est impossible** car ils ne se ramollissent plus une fois moulés. Sous de trop fortes températures, ils se dégradent et brûlent (carbonisation).

Les molécules de ces polymères sont organisées dans de longues chaînes dans lesquelles un **grand nombre de liaisons chimiques solides et tridimensionnelles** ne peuvent pas être rompues et se renforcent quand le plastique est chauffé.

Les thermodurcissables représentent 20% des matières plastiques consommées en Europe (soit environ 10 millions de tonnes).

- **Les polyuréthanes (PUR):** ce sont les polymères les plus utilisés pour faire les **mousses**. On peut obtenir des colles, des fibres (Licra), des mousses souples ou rigides grâce à des agents d'expansion.

On peut **renforcer les polyuréthanes avec de la fibre de verre** et fabriquer des matelas, des sièges de voiture, des tableaux de bord, des roues de patins à roulettes ou des chaussures de ski.

- **Les polyesters insaturés :** Le polyester sert surtout à fabriquer des **fibres textiles artificielles**, ils ont les noms de Dracon, de tergal ou de Térylène.

La fibre polyester est la plus produite dans le monde car son utilisation est très répandue dans l'habillement. Ses applications se sont diversifiées dans l'industrie : films destinés à l'agriculture, aux travaux publics, aux coques et cabinets de bateaux, aux carrosseries d'automobiles, aux piscines.

- **Les phénoplastes (PF) :** dans les phénoplastes, une des plus anciennes matières plastiques est la **Bakélite.** Ce matériau a eu un tas d'applications dans les domaines scientifiques et dans la réalisation d'objets : téléphones, postes de radio.

Ces résines thermodurcissables résistent très bien aux produits chimiques et à la chaleur. Elles sont aussi électriquement isolantes. On peut fabriquer les poignées de casserole, de fer à repasser et des plaques de revêtement.

- **Les aminoplastes (MF) :** ces produits sont essentiellement utilisés en stratification sur des textiles plastifiés, les panneaux de bois agglomérés pour le mobilier de cuisine et les plans de travail.

RÉSUMÉ: LES APPLICATIONS

NOM	APPLICATIONS
PUR	Colles, matelas, sièges de voiture, tableaux de bord, roues de patins à roulettes, chaussures de ski
PF	Téléphones, postes de radio, poignées de casserole, plaques de revêtement
MF (Formica)	Stratification sur des textiles plastifiés

4. Élastomère

Les **élastomères sont des polymères présentant les mêmes qualités élastiques que le caoutchouc**.

Pour que le matériau de base présente une bonne élasticité il subit une vulcanisation : c'est un procédé de cuisson et de durcissement qui permet de créer un réseau tridimensionnel plus ou moins rigide sans supprimer la flexibilité.

Ils sont employés dans la fabrication des coussins, de certains isolants, de semelles de chaussures ou des pneus, ce sont des matériaux très résistants. Ils peuvent être classés dans deux groupes principaux, les **naturels** (par exemple le latex ou le caoutchouc) et les **synthétiques** (par exemple, SBR).

UN CAS SPÉCIAL : LE CAOUTCHOUC

Le **caoutchouc** peut être fabriqué à partir d'un produit naturel : le **latex** qui est la résine d'un arbre, l'**Hévéa**. En réalisant une encoche dans l'écorce du tronc de l'Hévéa, on peut récolter ce latex qui ressemble à du lait. Les conquistadors, ces aventuriers espagnols qui partirent à la conquête de l'Amérique au 16ème siècle, ont été très surpris de voir les Aztèques jouer avec des balles qui rebondissaient faites à partir de latex ! Les conquistadors, eux, l'on utilisé alors surtout pour imperméabiliser leurs vêtements ou se faire des bottes.

Mais lorsqu'au 18ème siècle, les Européens ont souhaité ramener en Europe ce latex en bateaux, celui-ci durcissait à l'air et arrivait inutilisable. Plusieurs découvertes déterminantes vont alors permettre son utilisation. Tout d'abord en 1768 : on observe que du latex durci placé dans de l'éther redevient liquide. Puis en **1839**, **Charles Goodyear** découvre que **le soufre permet de fixer l'élasticité du caoutchouc** et supprime un problème qui reste jusqu'alors: le caoutchouc était un peu collant quand il faisait chaud et devenait tout dur en hiver! Enfin en 1843, Hancock trouve qu'en trempant le caoutchouc dans le soufre à 110 degrés C pendant plus d'une heure, le caoutchouc garde son élasticité et que si ce temps est prolongé il durcit. On appelle ce procédé **la vulcanisation**.

À partir de cette date, c'est presque "l'ère du caoutchouc": on fait des bottes, des vêtements, des bouchons…et des pneus en grande quantité !

Les indiens Maipas, qui utilisaient ce latex, parlaient eux du "cahutchu" pour dire "bois qui pleure" : le latex naturel était obtenu en incisant l'écorce de l'arbre, ce qui laissait voir comme une grosse larme sur le tronc

UN NOUVEAU MATÉRIAU : LE BIOPLASTIQUE

Un **bioplastique** est un produit renouvelable. A la différence d'un plastique traditionnel fait à partir de carbone fossile, le bioplastique est produit en partie ou en totalité à partir de carbone végétal.



Il peut être fabriqué à partir de plantes entières, d'amidon extrait des céréales (blé ou maïs) ou de pomme de terre, de glucose dérivé de l'amidon ou d'huile végétal.

De nombreux travaux de recherche sont actuellement en cours pour diversifier les ressources végétales employées afin de pouvoir utiliser le plus de sources de carbone possible disponibles dans la nature (sucre, biomasse, déchets divers…).

Le passage à des concepts de bio raffineries ou l'utilisation d'énergie alternative (éolienne) permettra par exemple de rendre les procédés de production encore plus propres.

Une autre catégorie de bioplastiques est un ensemble de matériaux produits à partir du pétrole mais 100 % biodégradables de part leur nature chimique. La plupart de ces

matières sont des copolyesters. Il convient donc de ne pas les confondre avec les polyoléfines additives (oxo-dégradables ou fragmentables).

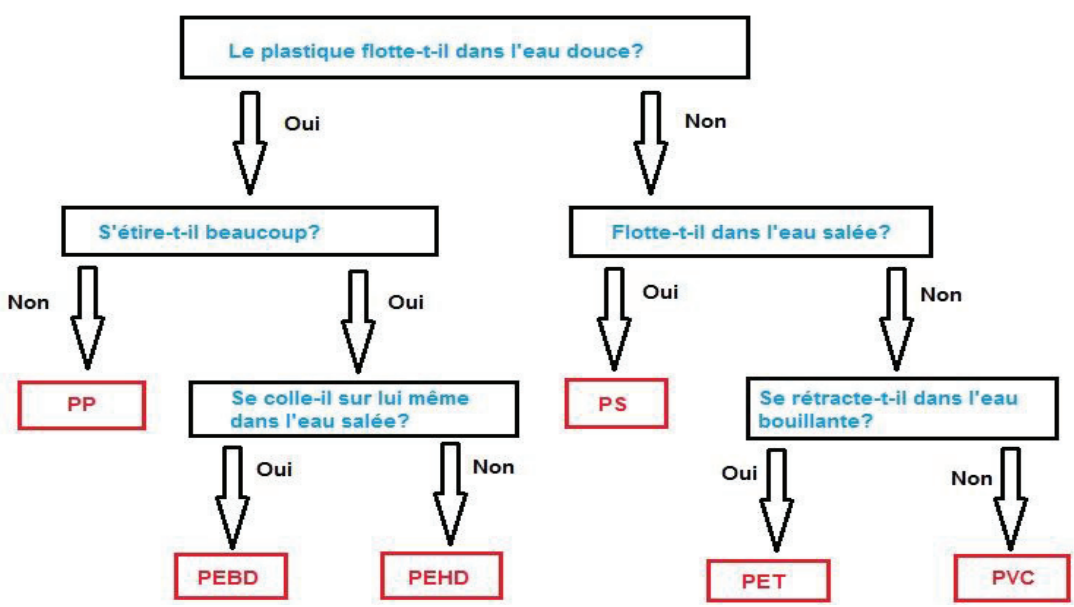
L'avantage de ces plastiques est donc de proposer une alternative plus écologique aux polymères utilisés couramment qui sont produits à partir de ressources fossiles (pétrole) et dont la fin de vie ne peut pas être gérée par le compostage individuel ou industriel.

LA TRANSFORMATION DU PLASTIQUE

A la fin du procédé de polymérisation, on pourra ajouter au polymère quelques **additifs** de façon à y **apporter les propriétés désirées**. Voici quelques types d'additifs les plus utilisés dans l'industrie des plastiques.

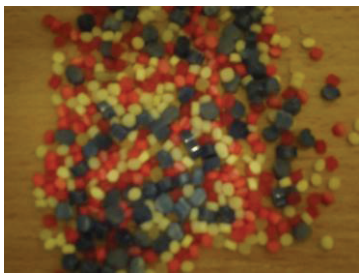
- **Stabilisants et anti-oxydants** - évitent la dégradation;
- **Pigments et colorants** - dotent le plastique de la couleur désirée;
- **Lubrifiants** – Ils améliorent l'écoulement des polymères lors de leur mise en forme.
- **Plastifiants** - apportent une plus grande flexibilité;
- **Matières minérales** - rigidifient ou modifient l'aspect, la texture;
- **Agents antistatiques** - réduisent l'attraction de poussières provoquée par l'électricité statique;
- **Agents anti-UV** - limitent la dégradation du plastique par action de la lumière;
- **Agents d'expansion** - rendent le plastique plus léger;
- **Agents anti-feu** - dotent le plastique d'une plus grande résistance au feu.

COMMENT IDENTIFIER UN PLASTIQUE?



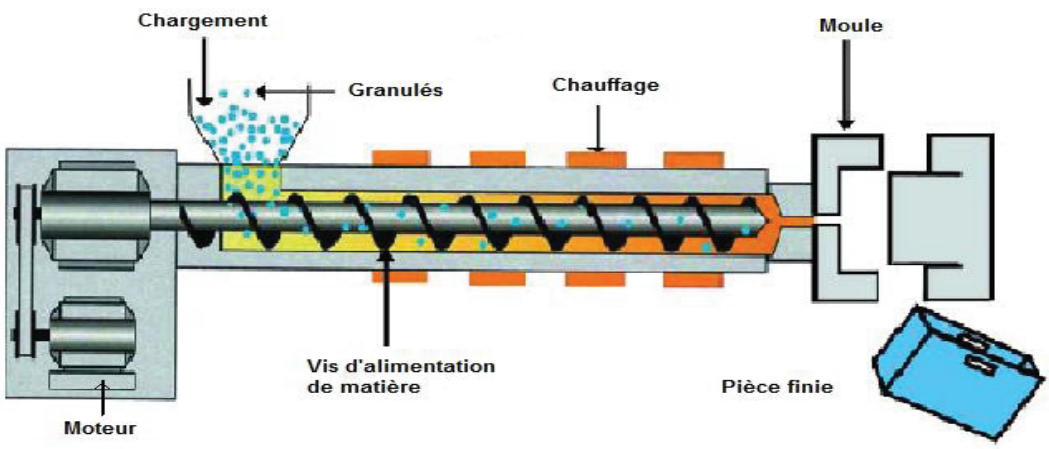
TECHNIQUES DE TRANSFORMATION DES MATIERES PLASTIQUES

A la sortie du réacteur de polymérisation, on obtient les matières plastiques sous la forme de **granulés**. Ensuite, on doit réintroduire les granulés dans des différentes machines afin de fabriquer les produits finals.



L'injection

La matière plastique arrive sous forme de granulés, Elle est versée dans la trémie pour alimenter la vis de plastification, qui est dans un fourreau (tube) chauffé.

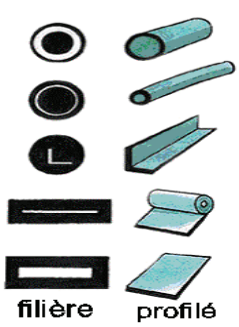


Après, la matière plastique est ramollie par la chaleur et injectée dans un moule en 2 parties sous forte pression. Ces moules permettent la réalisation d'objets de dimensions et formes variables, ainsi que de pièces techniques très complexes et de grandes précisions.

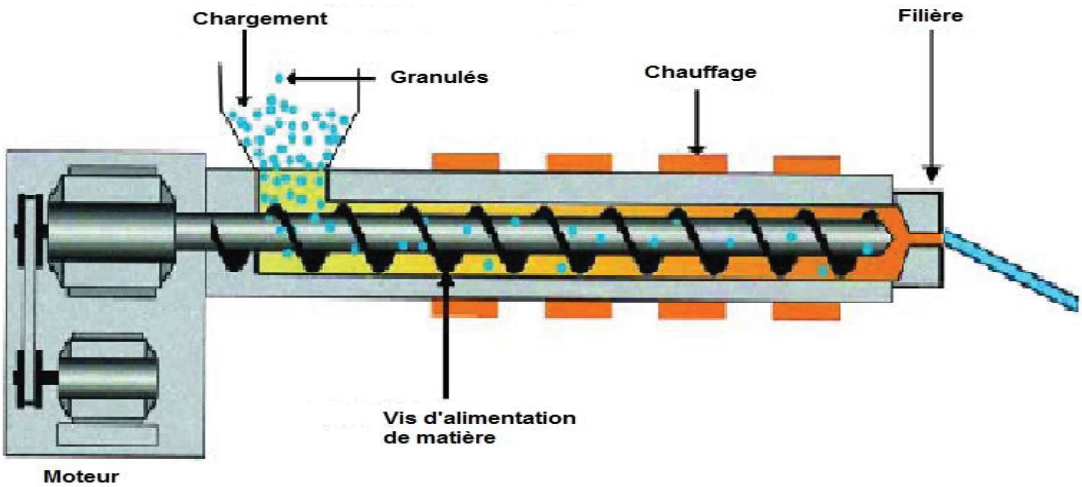
Extrusion

L'extrusion est un **procédé de transformation en continu**. La matière, en **granulés**, entre dans un tube chauffé muni d'une **vis sans fin** qui se trouve dans un fourreau (tube) chauffé pour rendre le plastique malléable. La matière molle homogénéisée est poussée, comprimée, puis elle **passe à travers une filière** pour être mise à la forme souhaitée.

Le tube ou le profile sort en continu, il est refroidi pour être ensuite coupé à la longueur voulue.



On fabrique des produits de grande longueur comme des profilés pour les portes et les fenêtres. Des canalisations, des tuyaux, des câbles, des fibres optiques, des tubes,



des grillages, des plaques et des feuilles plastique…

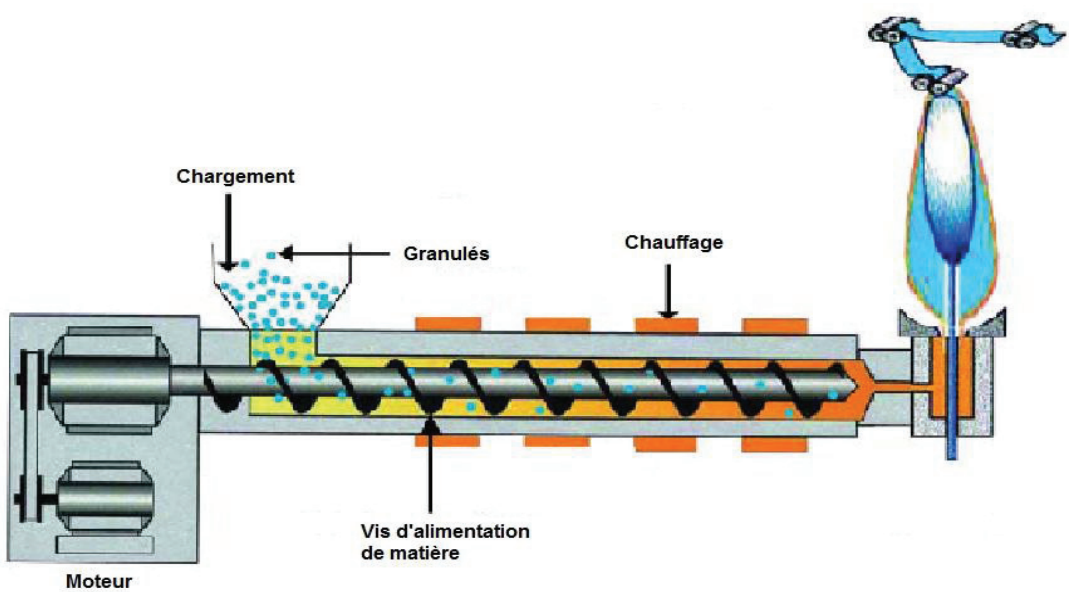
L'extrusion gonflage

C'est une variante de l'extrusion qui permet de fabriquer des **films plastiques**.

Ce procédé consiste en sortie de l'extrudeuse à **dilater avec de l'air comprimé** une gaine polymère précédemment formée. La sortie de l'extrudeuse est verticale, on insuffle de l'air comprimé dans la matière fondue qui se gonfle et s'élève verticalement en une longue bulle de film.

Après refroidissement, **des rouleaux aplatissent le film** en une gaine plane qui s'enroule sur des bobines.

On fabrique ainsi des films utilisés dans la fabrication d'emballages, de sacs-poubelles, de sacs de congélation, des poches médicales pour perfusion et des feuilles souples et fines de revêtements pour serres horticoles.



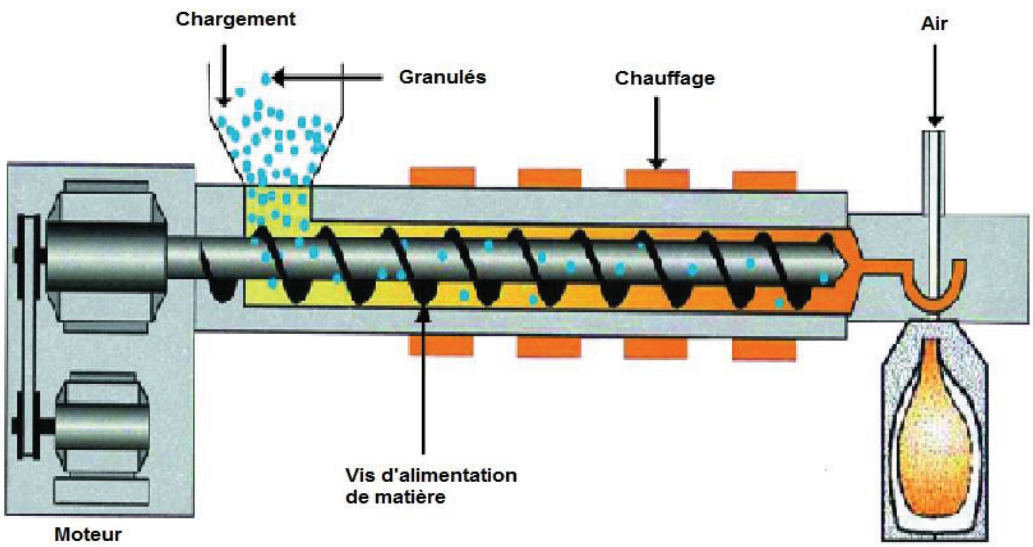
L'extrusion soufflage

C'est une variante de l'extrusion qui permet de fabriquer des **corps creux** comme les bouteilles, les flacons et même les réservoirs d'essence.

D'abord on commence par l'extrusion d'un tube. Encore chaud, il est coupé et on l'enferme dans un moule froid.

On injecte de l'air dans le moule pour que le tube se plaque contre les parois où il est très rapidement refroidi.

La bouteille ou le flacon sont ensuite démoulés. Ce système permet d'obtenir des formes très diverses.



Injection soufflage

C'est avec cette méthode que l'on produit **la plupart des bouteilles, flacons, biberons, fioles, bidons, fûts**… (**Emballages creux** en général).

Dans une première étape, on fabrique une préforme par injection, c'est ainsi que le goulot de la bouteille est déjà formé.

Dans une deuxième étape, on chauffe le corps de la préforme et avec une tige, on 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 va donc parfaitement prendre la forme du moule.

Le moule est refroidi puis s'ouvre pour faire sortir la bouteille.

Comme pour l'injection, pour changer la forme de la bouteille, il suffit de changer de moule.

On reconnaît au fond de la bouteille le point d'injection de la préforme.

Compression

Technique surtout très utilisée pour transformer des matières en les **comprimant fortement dans un moule**. Ces matières (thermodurcissables) pour la plupart auront la particularité de **ne plus fondre après moulage** (**pièces automobiles, électriques, poignées d'ustensiles ménagers**, etc...)

Rotomoulage

Une **matière thermoplastique sous forme de poudre va fondre sous l'effet de la chaleur et se répartir uniformément sur les parois internes d'un moule**, tournant sur deux axes, à l'intérieur d'un four (**poupées, ballons, citernes**...).

Thermoformage

C'est un **procédé de seconde transformation** dans lequel la matière arrive sous forme de plaques, de tubes ou de profilés. Ensuite, la matière est ramollie par chauffage avant d'être mise en forme par application sur un moule métallique.

On fait le vide entre le moule et la plaque pour que la plaque de plastique colle parfaitement au moule.

Après refroidissement du moule, la plaque ainsi formée est démoulée.

La partie de plastique qui reste dans le cadre est découpée. Une nouvelle plaque peut alors être placée dans le moule.

Il est possible de réaliser des pièces dont les parois sont fines et des pièces de grande taille.

On peut fabriquer des objets aux formes géométriques simples comme des pots de yaourts, des cabines de douche, des baignoires, des éléments de carrosserie.

L'expansion moulage

Cette technique est surtout utilisée pour fabriquer **toute sorte d'emballages en polystyrène expansé**: caisses à poissons, barquettes…

Avant d'être expansé, le polystyrène se présente sous forme de petites billes qui renferment des micro-inclusions de gaz (à l'état liquide).

Au contact de la vapeur d'eau, la matière plastique se ramollit et le gaz qu'elle contient se dilate. Les petites billes gonflent, comme le pop-corn gonfle grâce à l'air qu'il contient, en gardant une forme plus régulière.

Cette première expansion est réalisée en usine dans de grandes cuves en inox et permet d'obtenir jusqu'à 30 fois le volume initial des petites billes de polystyrène.

Après avoir séché des billes pré-expansées dans un silo, cette matière est introduite dans un moule fermé et est soumise à une nouvelle injection de vapeur d'eau.

Les billes reprennent leur expansion, occupent tout l'espace du moule et se soudent entre elles pour obtenir la forme désirée de l'emballage.