

DU PLASTIQUE À LA BOUTEILLE : notions de base

ÉTYMOLOGIE DU MOT PLASTIQUE

C'est de l'adjectif grec «plastikos», signifiant «apte ou propre au modelage», que provient le substantif «plastique» («plasticus» en latin). Au 16^{ème} siècle, il était encore utilisé comme un adjectif – arts plastiques, par exemple. Au 18^{ème} siècle, il est devenu un substantif féminin – la plastique – pour désigner la forme d'un objet ou d'un corps. Il semble que ce soit Léo Hendrik Baekeland qui, en 1909, utilisa pour la première fois le mot «plastique» comme un substantif masculin avec la signification qu'on lui connaît.

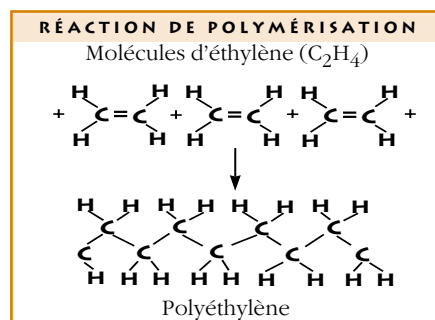
PETITE HISTOIRE DE LA MATIÈRE PLASTIQUE

Si nos ancêtres ont depuis toujours utilisé des matériaux plastiques (argiles, cires, etc.), le premier plastique synthétisé et commercialisé a été réalisé en 1868 aux États-Unis par les frères Hyatt. A la demande d'un amateur de billard qui trouvait que les boules utilisées à l'époque n'étaient pas assez lisses, ils recherchèrent un matériau susceptible de remplacer l'ivoire. C'est ainsi que fut inventé le Celluloid. Celui-ci n'était pas comme les plastiques actuels composés de molécules provenant du pétrole mais de fibre de coton (cellulose) à laquelle on avait ajouté de l'acide nitrique, du camphre et de l'alcool. Par la suite, l'invention de matières plastiques s'est accélérée ; aujourd'hui encore, les recherches permettent de diversifier toujours plus les matériaux existants. Quelle que soit la matière première (cellulose des plantes, caséine du lait, charbon, pétrole, gaz naturel) utilisée pour la fabrication du plastique, elle contient

principalement du carbone (C) et de l'hydrogène (H) accompagnés parfois d'oxygène (O), d'azote (N), de soufre (S) et de silice (Si).

QU'EST-CE QUE LE PLASTIQUE ?

Dans notre monde moderne on rencontre une très grande variété de plastiques. Ce sont des matériaux qui ont comme caractéristique commune d'être constitués de molécules géantes, appelées macromolécules ou polymères. La plupart des molécules organiques du monde vivant sont des macromolécules, mais le terme plastique n'est utilisé que pour les macromolécules fabriquées ou modifiées par l'homme. Les macromolécules synthétiques sont obtenues grâce à une réaction chimique appelée polymérisation qui a pour effet d'unir des molécules identiques entre elles. Les molécules à la base des plastiques vierges sont toutes issues d'hydrocarbures (pétrole, charbon, gaz naturel) que l'on a soumis à diverses réactions chimiques.



FABRICATION DU PLASTIQUE

Le pétrole brut est traité dans les raffineries de façon à le séparer par distillation en plusieurs fractions composées de

molécules de taille et de forme différentes. On obtient des fractions principales qui sont des gaz, des essences, des naphtha, des fiouls et kérosènes et des bitumes.

Par un procédé thermique, le craquage, le naphtha est transformé en un mélange d'hydrocarbures plus légers qui entrent dans la composition des plastiques (éthylène, propylène, butylène, etc.). Ensuite, on isole l'hydrocarbure qui est à la base du plastique souhaité, l'éthylène par exemple. Pour fabriquer les macromolécules on procède à la polymérisation des monomères. Il s'agit d'ouvrir la double liaison entre les deux atomes de carbone composant la molécule d'éthylène afin que les carbones de différents monomères établissent des liaisons entre eux (dites liaisons covalentes). La résine ainsi obtenue sert à fabriquer les divers objets en plastique.

LES PRINCIPALES FAMILLES DE PLASTIQUES

Thermoplastiques : les polymères sont soit linéaires soit ramifiés. Ces matières plastiques peuvent être ramollies sous l'action de la chaleur et donc remodelées, leur mise en forme est réversible.

Élastomères : les macromolécules sont disposées en réseau à mailles larges. Les matières ainsi constituées sont caoutchouteuses mais ne peuvent être reformées sous l'action de la chaleur, leur mise en forme est irréversible. Si on applique une force déformante, il est possible de changer leur forme, mais dès que l'action de cette force s'arrête, elles reprennent leur aspect initial.

Thermodurcissables : comme les précédentes, elles sont constituées de réseaux tridimensionnels mais avec un maillage beaucoup plus serré. Cela donne des matières plastiques rigides que même la chaleur ne peut faire changer d'état physique. On les dit infusibles.

PETIT GLOSSAIRE

- Acide nitrique** : HNO₃
- Alcool** (C_nH_{2n+1}OH) : non générique des corps organiques qui possèdent le groupement hydroxyle (OH) non lié directement au noyau aromatique, par opposition à phénol.
- Atome** : élément constitutif de la matière (cf. C).
- Baekeland (Léo Hendrik)** : chimiste belge, naturalisé américain, inventeur, en 1907, de la bakélite, première matière plastique entièrement synthétisée (à partir de phénol et formol).
- C** : symbole chimique du carbone. Les éléments de base constitutifs de la matière (les atomes) sont par convention symbolisés par une ou deux lettres que l'on retrouve dans le «tableau de Mandeleïev» (classification périodique des éléments).
- Camphre** : substance aromatique extraite du bois du camphrier (arbuste d'Extrême-Orient).
- Caséine** : protéine du lait.
- Cellulose** (C₆H₁₀O₅) : macromolécule contenue dans les parois des cellules végétales, c'est un polymère du glucose.
- Electrolyse** : processus chimique ayant comme résultat la dé-

composition d'un composé par le passage d'un courant électrique.

Hydrocarbure : non générique des corps organiques composés de carbone et d'hydrogène.

Liaison chimique : lien existant entre les atomes d'un composé.

Macromolécule : grosse molécule constituée par la répétition de molécules simples (ou monomères).

Molécule : groupe d'atomes.

Pétrole : huile minérale naturelle, constituant une matière première non renouvelable.

Polymère : cf. macromolécule.

Polymérisation : réaction chimique courante dans la nature ; toutes les macromolécules constitutives des êtres vivants en sont le résultat (cf. synthétisé). D'autres matières plastiques sont fabriquées non pas par polymérisation mais par polycondensation ou par polyaddition.

Synthétisé : se dit d'un composé préparé chimiquement à partir d'éléments plus simples. En se qui concerne la synthèse des polymères, ou polymérisation, on attribue la 1^{ère} au physicien français Henri Victor Regnault, qui en 1932 trouva par hasard le polymère du chlorure de vinylidène.

LE PLASTIQUE DES BOUTEILLES

PVC, PET, PEHD SONT LES 3 CLASSES PRINCIPALES DE PLASTIQUES QUI SERVENT À LA FABRICATION DES «CORPS CREUX». ELLES APPARTIENNENT AUX THERMOPLASTIQUES DONT LES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES PRINCIPALES SONT LÉGÈRETÉ ET SOLIDITÉ.

LE PEHD OU POLYÉTHYLÈNE HAUTE DENSITÉ



Monomère : éthylène (C_2H_4).

Ce matériau est principalement utilisé pour fabriquer des flacons contenant des produits ménagers ou du lait (protection contre la lumière).

Critères d'identification : plastique opaque ou translucide de coloris divers, matériau plus souple que le PVC et le PET.

LE PVC OU POLYCHLORURE DE VINYLE



Monomère : chlorure de vinyle (C_2H_3Cl).

L'atome de chlore est introduit lors de la synthèse du monomère, soit à partir de chlore gazeux provenant de l'électrolyse du sel, ou chlorure de sodium ($NaCl$), soit à partir d'acide chlorhydrique gazeux (HCl). La teneur en chlore dans le PVC est de 57%.

Les bouteilles en PVC sont utilisées pour les eaux minérales de source (non gazeuses en général), le vin, le vinaigre, les huiles de table, les solvants.

Critères d'identification : plastique transparent, mais parfois opaque (huiles, solvants) pas très résistant. Quand on l'écrase, on observe une strie blanche à la pliure. L'intérieur du goulot est cannelé. La soudure du culot a une forme de «sourire»)——(.

Remarque : le PVC est un matériau poreux qui laisse passer les gaz, il est déconseillé de conserver des bouteilles pleines au-delà de la date de péremption indiquée, l'eau contenue dans le récipient risque d'être altérée.

LE PET OU POLYÉTHYLÈNE TÉRÉPHTALATE



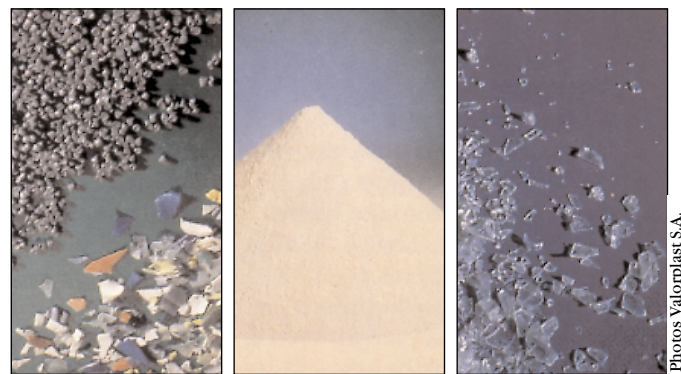
Monomères : éthylène glycol : $HO-C_2H_4-OH$

et acide téréphtalique : $H_0_2C-C_6H_4-CO_2H$

ou téréphtalate de méthyle : $H_3CO_2C-C_6H_4-CO_2CH_3$

Les bouteilles en PET servent principalement pour l'emballage des boissons gazeuses.

Critères d'identification : plastique transparent, souvent teinté (bleu, vert, marron), assez résistant à la pression. Plus résistant à l'écrasement que le PVC. L'intérieur du goulot est lisse. Sur le culot, un seul gros point central marque la soudure (●).



PEhd

PVC

PET

Les bouteilles en plastique collectées après usage sont triées par type de plastique. Elles sont ensuite lavées et broyées. La matière récupérée, sous forme de granulés ou de poudre, constitue le matériau de base pour la fabrication de nouveaux produits.

Photos Valorplast S.A.

LE RECYCLAGE

Avant tout, il faut remarquer que les plastiques ne sont pas ou peu dégradables naturellement, il n'est donc pas souhaitable de les mettre en décharge, ni, bien sûr, de les laisser traîner dans la nature. Pour éviter la pollution qu'ils peuvent occasionner, ils doivent entrer dans la chaîne de récupération des ordures ménagères. Le recyclage, encore nommé «valorisation», des bouteilles en plastique peut prendre trois voies.

LA VALORISATION MATIÈRE

Les bouteilles vides collectées sont triées afin de séparer les trois types de plastiques. Des industriels prennent en charge la suite de la chaîne : lavage, broyage et chauffage pour obtenir de la poudre ou des granulés qui servent à la fabrication de produits divers (cf. p. 10) sauf, pour des raisons d'hygiène, des emballages alimentaires.

Intérêts : Réutilisation des matériaux sans perte de matière - Donne une secon-

de vie à la matière première non renouvelable - Les matières régénérées sont moins onéreuses que les vierges - Ouvre des possibilités à la recherche.

Remarques : La mise en place des collectes sélectives par les collectivités locales est la condition indispensable à la rentabilité économique du système. Mais, ce type de recyclage dépend aussi de l'attitude du consommateur — ne pas polluer les récipients avec des produits nocifs, bien faire le tri, etc. Les trois types de plastiques n'ayant pas la même composition, ils ont des points de fusion différents, leur mélange peut occasionner des produits recyclés de qualité moyenne (certains procédés de transformation ou l'utilisation d'agents dits compatibilisants peuvent toutefois améliorer ces mélanges).

LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

Les bouteilles vides sont collectées avec le reste des ordures ménagères et brûlées dans les usines d'incinération. De plus en plus, de telles usines sont équipées de système permettant de récupé-

rer la chaleur produite au cours de l'incinération.

Intérêts : Pas de tri à la source - Récupération du potentiel énergétique des plastiques - Solution la moins onéreuse pour la valorisation des objets légers (sacs, films alimentaires pollués, etc.).

Remarques : Perte d'une matière élaborée à partir du pétrole par une suite de réactions chimiques très techniques. Les unités d'incinération sont des équipements lourds, la combustion de gaz souvent nocifs (le chlore, notamment, dans le cas du PVC), nécessite d'équiper les usines de systèmes onéreux de piégeage de ces gaz, ces derniers génèrent de nouveaux déchets qu'il faut à nouveau traiter de manière spécifique.

LA VALORISATION CHIMIQUE

Il s'agit de retourner au monomère à partir des produits manufacturés récupérés. Ce domaine ouvre de grandes possibilités mais il en est encore à la phase de la recherche. Des techniques sont en cours d'élaboration afin de vérifier la rentabilité de cette voie.