

LES ECHOS DE SAINT-MAURICE

Edition numérique

Jean-Claude MARTIN

Matières plastiques

Dans *Echos de Saint-Maurice*, 1980, tome 76, p. 262-271

© Abbaye de Saint-Maurice 2013

Matières plastiques

Quelques mots d'histoire

Pendant des milliers d'années, l'homme utilisa la plasticité de certains matériaux naturels qu'il travaillait à la main à l'aide d'outils rudimentaires. La technique du moulage existait en Egypte environ 3000 ans avant J.-C. La nature fournissait les substances plastiques qui n'étaient pas très nombreuses et qui, à part l'argile et le bitume, étaient d'un prix élevé.

À la fin du XIX^e et surtout au début de notre siècle, de nouvelles matières plastiques apparaissaient : elles sont fabriquées par l'homme. Très rapidement elles envahissent le marché, s'introduisent dans toutes les activités économiques et permettent l'édification d'une puissante industrie consacrée à leur fabrication.

Cette révolution a commencé aux Etats-Unis vers 1870. Par voie de concours, un industriel propose une somme d'argent importante à qui découvrira une matière susceptible de remplacer l'ivoire dont on fabrique les boules de billard. Le matériau de remplacement doit avoir le même aspect, la même densité et la même dureté que la corne d'éléphant. Après cinq ans de recherches et d'essais, un imprimeur new-yorkais mélange à chaud deux parties de nitrocellulose et une partie de camphre : le celluloid est né. Pendant près de trente ans, c'est le seul plastique fabriqué. Mais vers 1900, on obtient une nouvelle substance de synthèse à partir de la caséine et du formol : la galalithe. Elle est relativement dure et sert à la confection de boutons. Elle a aujourd'hui disparu.

Puis en 1907, un Américain, Bakeland, crée, à partir du phénol et du formol, un autre matériau : la bakélite. C'est de cette année que date le prodigieux essor des plastiques.

Plusieurs raisons expliquent ce développement des matières plastiques :

- elles se laissent très bien mouler, d'où la facilité de les mettre en forme ;
- elles sont bon marché ;
- généralement elles demandent pour leur fabrication des sous-produits de l'industrie chimique ;
- autrefois, d'une qualité peut-être médiocre, elles répondent aujourd'hui aux exigences de la technique moderne.

Quelques définitions

Soumises à l'action d'une force, les substances solides se déforment. Elles ont deux comportements très différents lorsque cesse l'action de cette force exercée :

- elles reprennent leur forme originale :
un ressort comprimé, une lame de rasoir pliée, etc.
De telles substances sont dites **élastiques**.
- elles conservent la déformation :
le mastic du vitrier, l'argile du potier, etc.
De telles substances sont dites **plastiques**.

Restent à définir les conditions dans lesquelles les substances sont plastiques : le mastic n'est façonnable qu'imbibé d'huile de lin. Lorsque cette dernière s'évapore, le matériau durcit : il a perdu sa plasticité. L'argile n'est modelable qu'imprégnée d'eau. Par la cuisson, le potier élimine l'eau : l'argile durcit et n'est plus plastique. La chaleur joue donc un rôle important dans la fabrication de la plupart des matières plastiques qui ont deux comportements thermiques :

- sous l'action de la chaleur, les matériaux solides deviennent plastiques : le celluloïd immergé dans de l'eau très chaude se ramollit et peut être déformé. De telles substances sont dites **thermoplastiques**.
- à la température du laboratoire, les matériaux sont mous ; ils durcissent sous l'action de la chaleur. Si l'on chauffe la bakélite après l'avoir mise en forme, elle durcit et ne peut plus être déformée. De telles substances sont dites **thermodurcissables**.

Très souvent dans l'industrie, ce comportement différent des plastiques à l'égard de la chaleur sert à leur appellation : on parle de résines thermoplastiques ou thermodurcissables.

Quelques formules

L'atome de carbone C, tétravalent (= doit se lier quatre fois), se lie à lui-même une, deux ou trois fois pour former des chaînes dont la variété est quasi infinie. L'atome le plus fréquemment lié au carbone est l'hydrogène H, monovalent (= unique possibilité de liaison).

La substance ne comporte-t-elle que du carbone et de l'hydrogène, alors on parle d'hydrocarbures. Par exemple :

CH₄ Hydrocarbure saturé (un seul lien entre les atomes de C) de la série alcane.

CH₃ — CH₃

CH₂ = CH₂ Hydrocarbure non saturé (lien multiple entre les C) de la série éthylénique.

CH = CH Hydrocarbure non saturé de la série acétylénique.

Si, dans un hydrocarbure, on enlève un H, on obtient un radical monovalent représenté généralement par la lettre R. A ce radical, on lie un atome ou un groupement d'atomes autres que H ; les plus fréquents sont :

l'oxygène O bivalent,

l'azote N trivalent,

les halogènes tous monovalents :

fluor	F
chlore	Cl
brome	Br
iode	I

On obtient alors de nouvelles substances aux propriétés très différentes de celles des hydrocarbures :

CH₃ — CH₃ : éthane : gaz combustible obtenu par exemple à partir du pétrole.

CH₃ — CH₂ — : radical éthyle (n'existe pas isolément).

CH₃ — CH₂ — OH : éthanol ou alcool éthylique, liquide obtenu par exemple à partir de jus sucrés.

Les atomes ou groupements d'atomes qui confèrent au composé ses propriétés sont appelés fonctions : OH = fonction alcool. Les plus importants dans la chimie des plastiques sont :

<i>Fonctions</i>	<i>Nomenclature</i>
$\begin{array}{c} \text{— C = C —} \\ \quad \end{array}$	fonction éthylénique
— OH	fonction alcool
— F, — Cl, — Br, — I	fonction halogénure
$\begin{array}{c} \text{HO — C = O} \\ \end{array}$	fonction acide
$\begin{array}{c} \text{H — C = O} \\ \end{array}$	fonction aldéhyde
— NH ₂	fonction amine
$\begin{array}{c} \text{O = C — NH}_2 \\ \end{array}$	fonction amide
$\begin{array}{c} \text{O = C — O —} \\ \end{array}$	fonction ester
— O —	fonction éther

Confection du plastique

De façon résumée et schématique, le chimiste choisit deux chemins pour fabriquer une matière plastique :

I. *Utilisation de macromolécules*

Le produit naturel constitué de macromolécules subit un traitement chimique qui améliore certaines de ses propriétés, par exemple la plasticité ou l'élasticité.

La cellulose extraite du bois ou du coton est une énorme molécule qui, traitée par l'acide nitrique, se transforme en nitrocellulose, à son tour plastifiée par une molécule simple : le camphre. Après un traitement thermique approprié, on obtient une matière plastique rigide et élastique : le celluloid.

Cette même cellulose, dissoute dans un solvant, la liqueur de Schweitzer, peut être étirée en fils pour la fabrication de textiles ou laminée en couches minces, transparentes, servant à la confection de supports pour films photographiques.

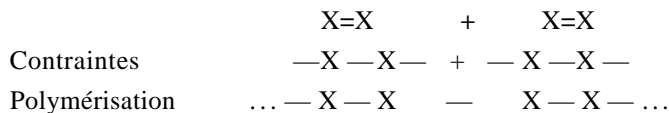
Ce mode d'obtention de matières plastiques à partir de macromolécules a de nombreuses applications industrielles ; il reste cependant exceptionnel du point de vue chimique car, en général, un plastique est obtenu à partir de petites molécules simples qui sont soudées les uns aux autres par l'une des deux réactions suivantes :

II. Utilisation de petites molécules

A. Polymérisation

La molécule de base appelée monomère se soude à elle-même pour donner la macromolécule appelée polymère.

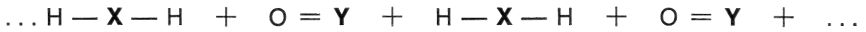
Le monomère possède une double liaison. Des contraintes de pression et de températures provoquent l'ouverture de la double liaison (une seule liaison subsiste entre les deux atomes). La rupture de la double liaison libère une valence (= possibilité de lien) par atome, responsable alors du lien entre monomères.



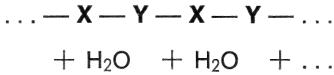
B. Polycondensation

La polycondensation s'effectue avec deux molécules de base qui se soudent, la libération de valences se faisant ici par élimination d'une troisième molécule qui est en général de l'eau, un acide ou de l'ammoniac.

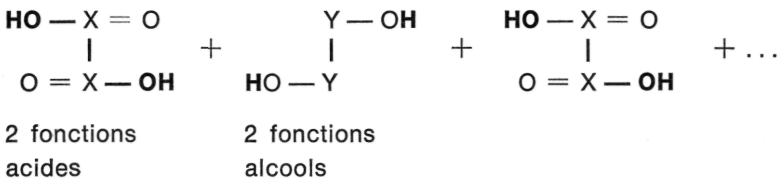
1. Composés à une seule fonction (Ex. phénoplastes)



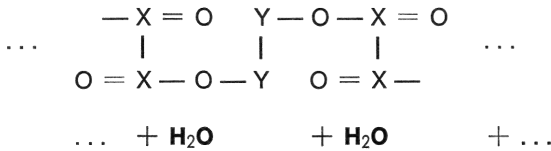
Polycondensation :



2. Composés comportant une double fonction (Ex. polyesters)



Polycondensation :



Quelques plastiques

Aujourd'hui, plus d'un millier de matériaux plastiques sont offerts sur le marché. Il est évidemment impossible d'en dresser la liste complète.

Les matières cellulosiques sont surtout utilisées dans la confection de textiles : viscose, acétate ; le celluloïd a presque complètement disparu (le col romain de l'ecclésiastique demeurant un de ses derniers bastions).

Une liste de quelques plastiques peut être faite à partir de leur mode d'obtention : polymérisation ou polycondensation.

A. Polymérisation

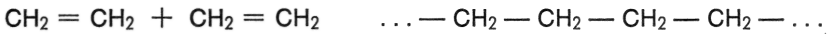
La réaction a toujours lieu à partir de la double liaison entre deux carbones. Il s'agit donc de liaisons éthyléniques sur lesquelles d'autres fonctions peuvent être soudées : chlorures, fluorures, esters, etc. En se référant au tableau de la page 265, le lecteur peut facilement préciser la fonction greffée sur la liaison éthylénique. Quelques utilisations seulement ont été citées ; il en existe bien d'autres car les propriétés de ces plastiques peuvent être profondément modifiées.

Monomères

Polymères

Ethylène

Polyéthylène



- Isolation électrique, emballage, fabrication de flacons...

Styrène

Polystyrène (Sagex)



- Isolation électrique, isolation générale sous forme de mousses...

Chlorure de vinyle

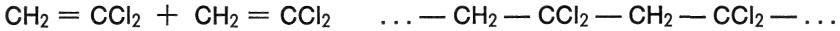
Polychlorure de vinyle (PVC)



- Revêtement de sols, fabrication de tuyaux, isolation...

Dichlorure de vinyle

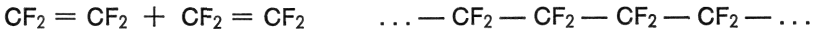
Polydichlorure de vinyle (Saran)



- Emballage

Tétrafluoroéthylène

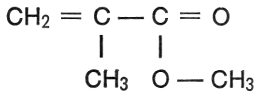
Polytétrafluoroéthylène (Téflon)



- Tuyauterie, revêtement, fabrication de joints...

Acrylate de méthyle

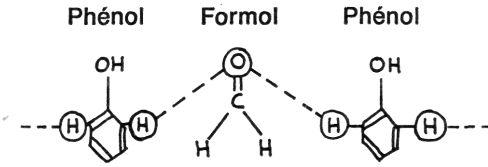
Polyacrylate de méthyle (Plexiglas)



- Verre artificiel

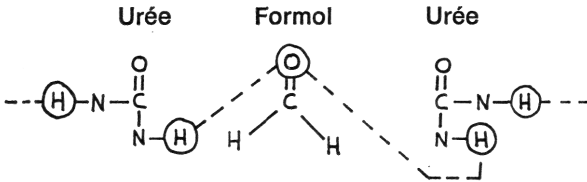
B. Polycondensation

Le lecteur pourra meubler ses longues soirées d'hiver en écrivant lui-même les formules des produits polycondensés. En effet, nous nous sommes contenté d'écrire les formules complètes ou abrégées (rappelez-vous que R représente une chaîne carbonée) des matériaux de base qui servent à la fabrication des plastiques obtenus par polycondensation. Cependant la réaction de synthèse est toujours esquissée. Quelques utilisations ont également été citées.



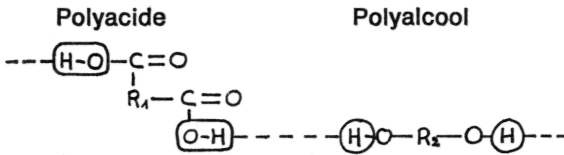
Phénoplastes
(Bakélite)

Objets moulés,
stratifiés, isolation et
matériel électrique,
prothèses...



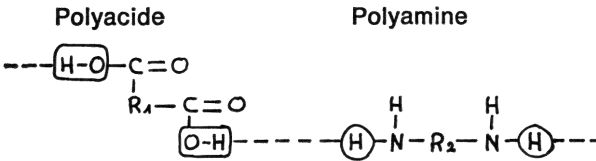
Aminoplastes
(Formica)

Stratifiés, imprégnation
de tissus pour les
rendre infroissables...



Polyesters

Objets moulés,
aéronautique,
automobile,
coques de bateaux...



Polyamides

Textiles,
cuir artificiel,
ustensiles de cuisine,
de toilette...

Si $R_1 = C_4H_8$ et $R_2 = C_6H_{12}$ Alors : nylon

Acide hexanedioïque Hexanediamine

Il est à peine exagéré d'affirmer que l'homme vit entouré de matières plastiques : le vieux linoléum est remplacé par le PVC, les peintures à l'eau ou à l'huile par les dispersions vinyliques ou acryliques ; les papiers peints sont revêtus d'une couche de nylon, etc. Les textiles de synthèse se substituent partiellement à la laine ou au coton. Nous mangeons, assis sur des sièges en polyester, des aliments emballés dans du cellophane ou du Saran, disposés sur des tables recouvertes d'aminoplastes. La mastication du chewing-gum, donc de résines vinyliques, est aujourd'hui fort répandue. Dans certains pays, un alcool polyvinylique remplace la gélatine dans la confection de gelées ou de confitures. Les glaces U. S. sont, paraît-il, les plus moelleuses : ce même alcool, incorporé aux crèmes glacées, empêche la formation de cristaux.

Grâce aux phénoplastes, entre autres, Mozart est presque aussi connu que Johnny Halliday et Napoléon que Léon Zitrone.

Bref, nous assistons, dans cette deuxième partie du XX^e siècle, au phénomène « plastique ». Partout où cela est possible, il remplace les matériaux traditionnels ; si la substitution est impossible, il améliore leurs qualités.

Jean-Claude Martin