

## Chapitre 1. Vieillessement physique et chimique des Polymères

### 1. Généralités:

#### 1.1. Vieillessement :

Le **vieillessement** est l'ensemble des modifications fonctionnelles diminuant progressivement l'aptitude d'un objet, d'une information ou d'un organisme à assurer ses fonctions dans le temps.

Citons l'exemple de l'être humain, Dans le cas d'un organisme vivant, la plupart des cellules et organes ont une durée de vie maximale génétiquement programmée, mais ce processus peut être accéléré par divers stress subis durant la vie - qui conduisent le plus souvent cet organisme à ne plus assurer son équilibre physiologique, ce qui le mène à la mort.

Dans notre domaine d'étude on va se concentrer sur **le vieillessement des Polymères Organiques** et étudier les deux types de **vieillessement Physiques et chimiques**.

En outre, Le vieillessement d'un matériau Polymère est caractérisé par une évolution lente et irréversible suite a la combinaison de sollicitations mécaniques, d'interactions avec son environnement et de sa propre instabilité

#### 1.2. Matériaux polymères :

Le terme polymère désigne une molécule de masse moléculaire élevée généralement organique ou semi-organique. Une macromolécule constituée d'un enchaînement d'un grand nombre d'unités de répétition, d'un ou de plusieurs monomères, unis les uns aux autres par des liaisons covalentes.

Ainsi l'amidon ou les protéines sont-ils des polymères, au même titre que la soie ou le bois sont constitués de polymères. Les matériaux thermoplastiques, thermodurcissables et élastomères comptent également parmi les polymères. Et les matrices polymères sont beaucoup utilisées dans les matériaux composites.

Les fibres organiques (aramide) sont constituées de polymères linéaires, les fibres de carbone. Certaines fibres de carbure de silicium sont fabriquées à partir de précurseurs organiques.

#### 1.3. Propriétés des Polymères :

À température ambiante, les polymères peuvent être liquides ou solides. De manière générale, les polymères sont légers. Ils sont aussi souples et ne sont stables qu'à des températures modérées. Sauf exception, ce sont des isolants électriques et thermiques.

De manière plus précise, les propriétés des polymères dépendent :

- du type d'assemblage (liaisons et formes) et de la nature chimique des monomères qui les constituent ;
- du degré de polymérisation ;
- de la formulation, c'est-à-dire de la nature et du taux des ingrédients que l'on introduit.

On distingue par ailleurs :

1. les homopolymères (linéaires, branchés ou étoilés), comme le polystyrène, qui sont des polymères constitués par l'association de molécules provenant d'un seul motif monomère ;
2. les copolymères lorsque la polymérisation s'effectue sur deux ou plusieurs monomères différents .

## 2. Vieillessement d'un Polymère:

Le vieillissement correspond à une évolution lente et irréversible d'une ou de plusieurs propriétés du matériau à partir d'un point de référence, généralement pris dès la fin du cycle de fabrication (Verdu 1984).

Cette évolution peut résulter de modifications de la structure des macromolécules qui assurent leur cohésion mécanique, de leur composition ou de sa morphologie. Le vieillissement se traduit par une altération des propriétés fonctionnelles (aspect, résistance mécanique, etc) ou de propriétés plus spécifiques liées à une utilisation donnée (isolation électrique, perméabilité gazeuse ou liquide, protection contre le feu, ...). Les différents mécanismes responsables du vieillissement des polymères peuvent être classés en deux grandes catégories: physique ou chimique.

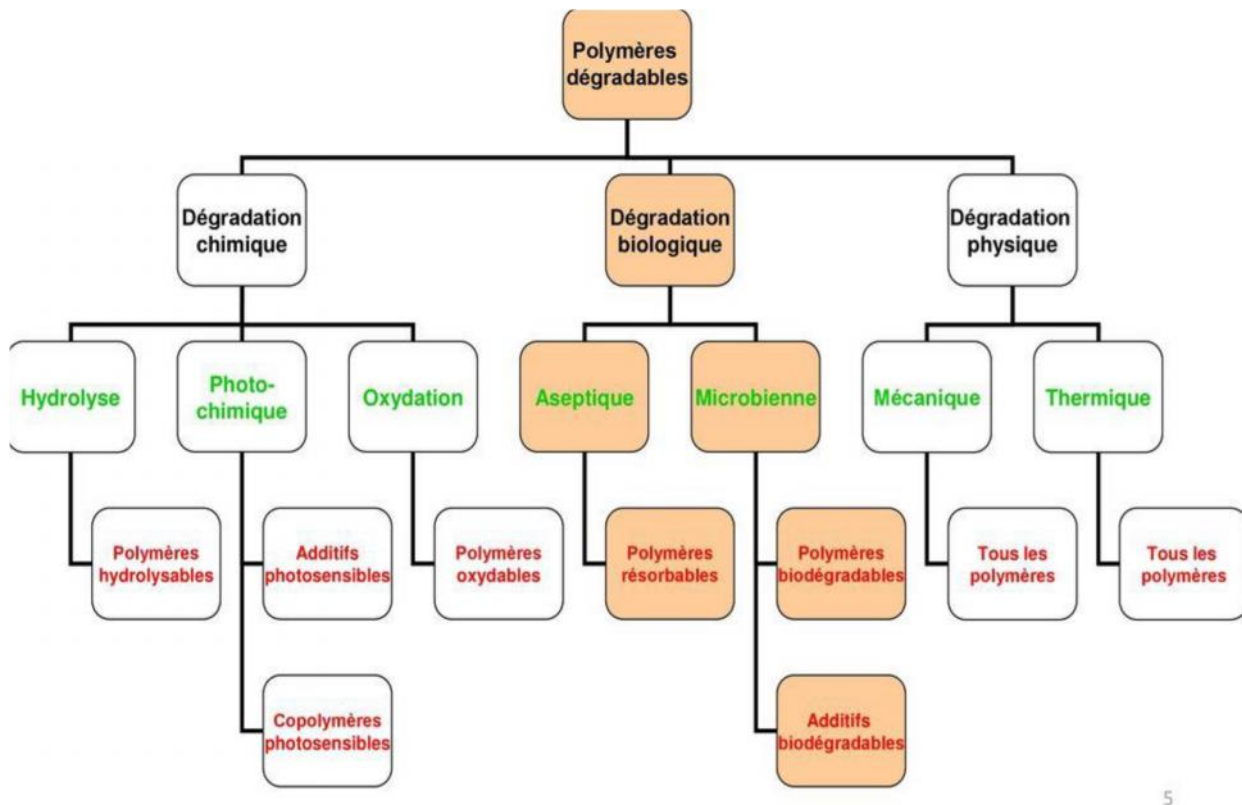
### 2.1. Dégradation d'un polymère :

La dépolymérisation d'un polymère débute par une phase d'amorçage. La scission primaire est habituellement d'origine photochimique ou thermique. Elle peut se produire à une extrémité comme à un endroit quelconque de la chaîne. La scission initiale se produit au niveau d'une zone d'affaiblissement du polymère, comme par exemple l'existence de liaisons faibles aux extrémités.

La dépolymérisation se poursuit par l'étape dite de dépropagation. On caractérise l'importance de cette étape par la longueur cinétique de chaîne en dépropagation. Ce facteur renseigne sur le nombre de monomères produits par la chaîne en cours de dépolymérisation. Enfin, l'étape de dépolymérisation s'achève par la terminaison.

### 2.2. Différentes Types de dégradation d'un polymère :

On distingue trois types de dégradation des polymères, La figure ci-dessous représente ces derniers



### 3. Vieillessement chimiques et physiques :

Le vieillissement d'un matériau correspond à la modification lente et irréversible de sa structure chimique. Le vieillissement intervient sous la pression de différents événements :

- de par la nature même du polymère, lui conférant une certaine instabilité intrinsèque
- sous l'influence de facteurs de l'environnement avec lequel il interagit : humidité, température, rayonnements UV...
- sous l'effet des sollicitations extérieures appliquées au matériau : compression, flexion, étirement, etc.

Il existe deux principaux types de vieillissement selon l'importance des remaniements et modifications subies par le polymère :

#### 3.1. Le vieillissement chimique

On appelle vieillissement chimique tout phénomène impliquant une modification chimique du matériau (polymère ou ses adjuvants) sous l'influence de l'environnement. En pratique, le vieillissement chimique se superpose souvent à un vieillissement physique et les deux phénomènes interfèrent. Les principaux types généraux de réaction intervenant lors du vieillissement chimique sont les suivants :

- Coupure de chaînes statistiques.
- Dépolymérisation.
- Réticulation.
- Oxydation

Pour cela On admet que, Le vieillissement chimique implique une modification profonde de la structure avec notamment, des remaniements au niveau des groupements fonctionnels.

### 3.2. Le vieillissement physique

Le terme vieillissement physique englobe tous les processus conduisant à une altération irréversible des propriétés d'utilisation du matériau sans qu'il y ait modification chimique de la structure des macromolécules constituant le matériau.

Le vieillissement physique peut résulter de :

- Modifications de la configuration spatiale des macromolécules (cristallisation)
- Phénomène de surface (fissuration milieu tensioactif).
- Phénomène de transport (pénétration de solvants, migration d'adjuvants).

On distingue deux grandes catégories de phénomènes selon qu'il s'impliquent ou non un transfert de masse c'est-à-dire un transport de petites molécules du matériau vers l'environnement (perte d'adjuvants) ou de l'environnement vers le matériau (absorption de solvants)