



**GPB 3**

**Complément de cours**  
**(polymères)**

**2019-2020**

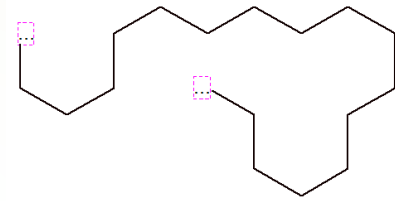
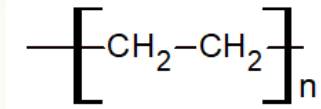
# 1) Facteurs influençant la température de transition vitreuse

## a) Flexibilité de la chaîne

2

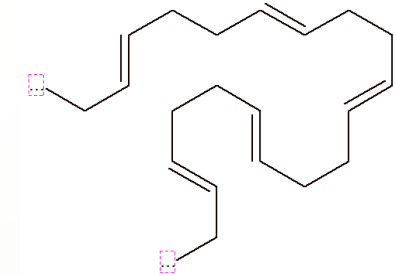
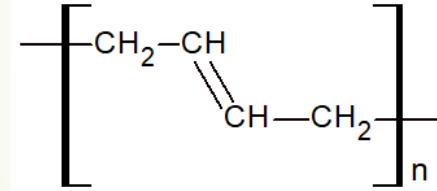
Plus la macromolécule présente des possibilités de mouvement des atomes entre eux et plus sa  $T_g$  sera faible. Au contraire, si la chaîne contient des éléments contraignant ses mouvements, la  $T_g$  sera élevée.

Polyéthylène :  $T_g = -110^\circ\text{C}$



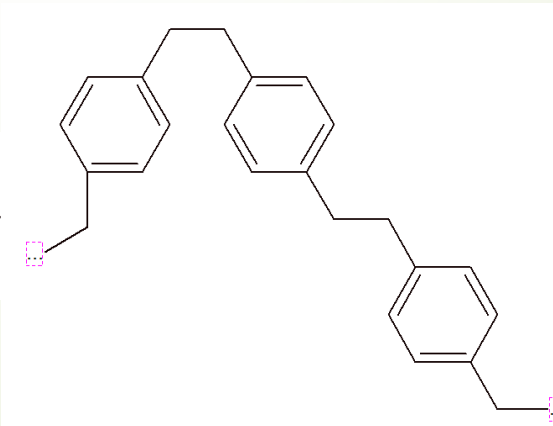
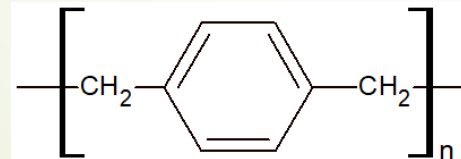
Dans le polyéthylène, les chaînes sont très souples. On observe de nombreux repliements. Les molécules peuvent « profiter » du moindre échauffement pour gagner en mobilité.

Polybutadiène :  $T_g = -100^\circ\text{C}$



Dans le polybutadiène, la présence d'éléments de rigidité (double liaisons) entraîne de légères contraintes en termes de repliement par rapport au polyéthylène. La  $T_g$  augmente légèrement.

Polyxylène :  $T_g = 80^\circ\text{C}$

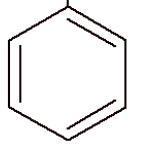


La présence d'un cycle aromatique volumineux et rigide réduit considérablement la flexibilité de la chaîne de polyxylène. Ce polymère présente une  $T_g$  très élevée.

# 1) Facteurs influençant la température de transition vitreuse

## b) Flexibilité des substituants latéraux

La présence de chaînes latérales flexibles accroît le désordre à l'intérieur du polymère. La levée des contraintes entre chaînes peut se faire à des températures plus faibles ( $T_g$  diminue). On parle de **plastification interne**. Si les chaînes latérales sont rigides, c'est le contraire ( $T_g$  augmente).

Nom du polymère	Motif	Température de transition vitreuse	Interprétation
Polypropylène	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	-20°C	Au fur et à mesure que la longueur de la chaîne latérale flexible croît, la température de transition vitreuse diminue. <b>Plastification interne.</b>
Polybutène	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	-24°C	
Polypentène	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	-40°C	
Polyhexène	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	-50°C	
Polystyrène	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right]_n$ 	100°C	Le noyau benzénique est un substituant rigide et volumineux. Il crée des contraintes sur l'organisation des chaînes entre elles.

# 1) Facteurs influençant la température de transition vitreuse

## c) Polarité des substituants et liaisons hydrogène

La présence de substituants polaires (groupements CN, halogène, COOR...) entraîne une augmentation importante des contraintes entre les chaînes du fait d'effet de répulsions/attractions électrostatiques. Les polymères possédant des groupement polaires ont des températures de transitions vitreuses très élevées. Souvent supérieure à la température ambiante.

Certains polymères comme les polyamides peuvent former des liaisons hydrogène entre les chaînes. Ce type de polymère a également des températures de transitions vitreuses élevées.

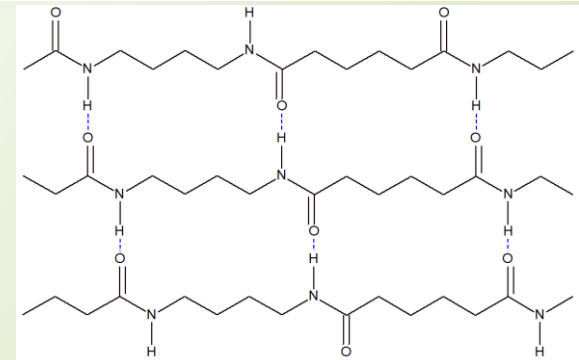
Nom du polymère	Motif	Température de transition vitreuse
Polychlorure de vinyle (PVC)		81°C
Polyacrylonitrile (PAN)		105°C
Polytétrafluoroéthylène (Teflon® ou PTFE)		123°C

Présence de groupements très polaires qui entraînent l'apparition de charges partielles et donc d'interactions électrostatiques longues distances.

Cela Augmente la cohésion des chaînes et implique qu'il faut chauffer davantage pour rompre les forces intermoléculaires entre les chaînes.

Motif	Température de transition vitreuse
	-50°C
	43°C

Dans le cas du polyamide, des liaisons hydrogène peuvent se former entre les chaînes. Les molécules sont reliées comme par un « velcro » moléculaire qui assure une grande cohésion entre les chaînes.



## 2) Cycle de vie d'un plastique

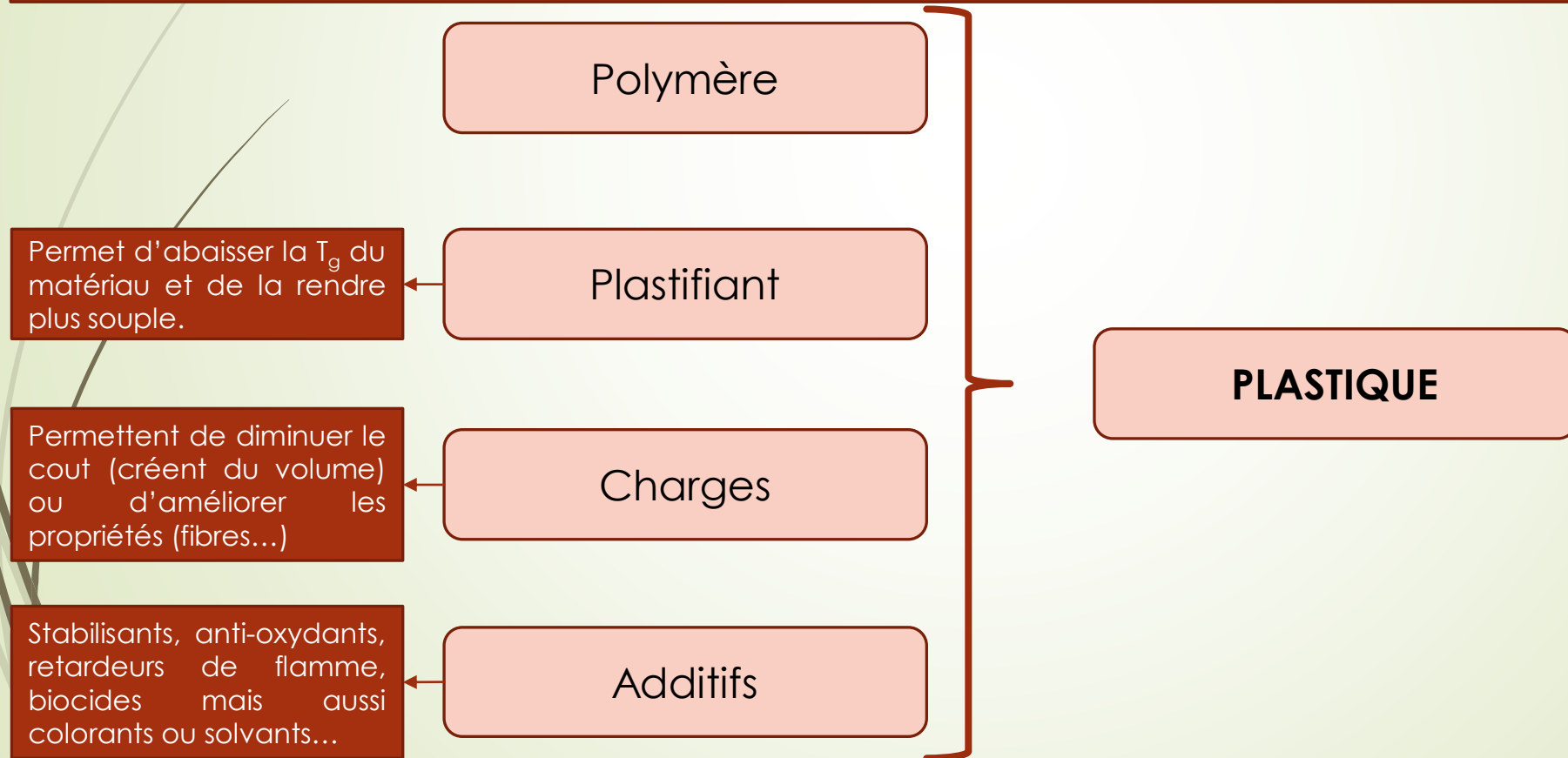
### a) Du polymère au plastique

5

Un plastique est un matériau constitué d'une matrice de polymère à laquelle on ajoute des adjuvants en quantité plus ou moins importante et qui permettent de moduler les propriétés du matériau final.

**Plus un plastique contient d'adjuvants et plus son recyclage peut-être difficile.**

Certains adjuvants sont par ailleurs pointés du doigt pour leur toxicité (Bisphénol A, phtalates...)



## 2) Cycle de vie d'un plastique

### b) Vieillessement des plastiques

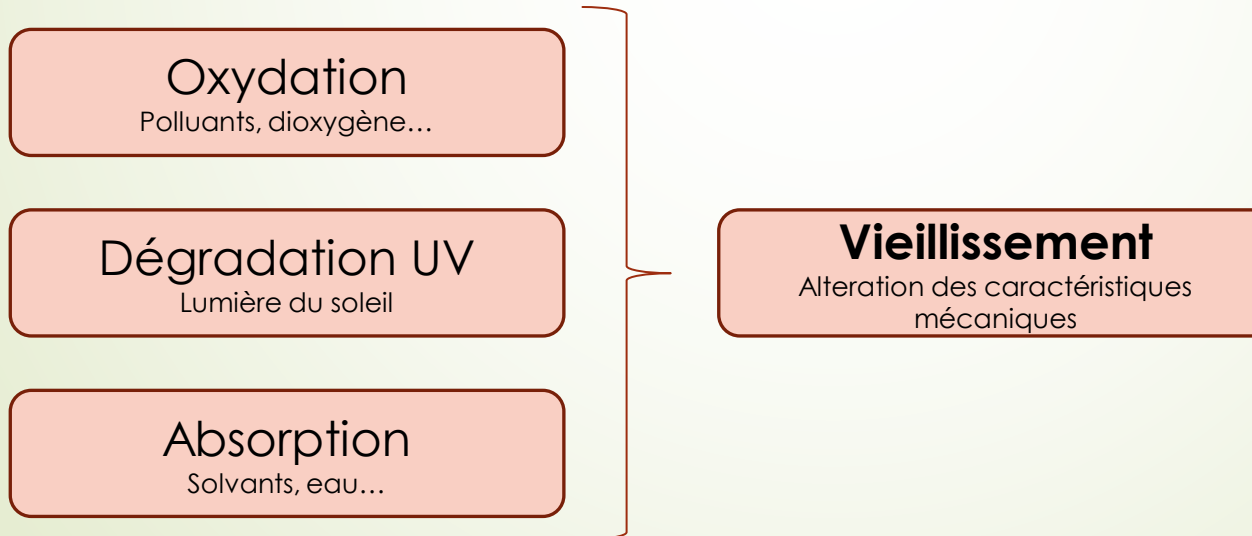
6

Dans un plastique, deux types d'interactions assurent la cohésion du matériau :

- Les liaisons covalentes à l'intérieur d'une macromolécule.
- Les interactions faibles entre les macromolécules.

Les liaisons covalentes peuvent être détruites sous l'action du dioxygène de l'air ou de polluants (ozone, oxydes d'azote...) mais également par les UV (lumière du jour).

De petites molécules (eau, solvant...) peuvent par ailleurs se glisser entre les chaînes ce qui affaiblit les interactions intermoléculaires. Les polymères semi-cristallins sont plus résistants à ce type de dégradation.





## 2) Cycle de vie d'un plastique

### c) Recyclage et dégradation

7

#### Dégradation des plastiques

Les plastiques sont des matériaux à faibles durées de vie économique mais à longue durée de vie environnementale.

On estime que la biodégradation totale d'un emballage plastique peut prendre entre 10 et 1000 ans selon le type d'environnement. Par ailleurs, de nombreux spécialistes de l'environnement tirent la sonnette d'alarme concernant les nanoplastiques dont les effets sur la santé sont encore inconnus. **On estime qu'un individu occidental ingère l'équivalent d'une carte bleue par mois.**

#### Recyclage

La filière de recyclage est une entreprise à part entière. Pour qu'un déchet plastique soit recyclé, il faut donc que son recyclage soit **rentable et que le coût environnemental du recyclage ne dépasse pas son coût environnemental de production.**

Dans les faits, seuls le **PEHD** (bouteilles d'eau, lessive liquide, bouteilles de lait...) et le **PET** (bouteilles de soda ou d'eau gazeuse) sont recyclés de façon importante chez les particuliers.

Dans le secteur industriel, le tri est souvent meilleur car les déchets sont mieux identifiés.

Les thermodurcissables et les élastomères ne sont pas recyclés mais peuvent être broyés et réutilisés comme charge dans le secteur des routes ou de la construction.

## Les 10 déchets les plus ramassés

