

# LC11 : De la molécule au matériau

Présenté par Mélanie

31 mai 2022

## Introduction Pédagogique

### Niveau L2

### Pré-requis

- description des polymères : masses molaires, ramifiés, linéaires, amorphe, cristallin, tacticité (L2)
- interactions faibles : VdW, liaisons H (L1)
- module d'Young (L2)

### Activités liées

- étude de doc : choix et mise en forme d'un polymère pour une application TP : synthèse du polystyrène

### Difficultés

- distinction polymère macromolécule
- distinction thermodurcissable, thermoplastique, état vitreux

### Biblio

- Frajman
- Fontanille
- Ashby 1 et 2

**Discours** Choix de se restreindre à l'EI et plus particulièrement aux polymères. Notion de base sur les polymères données au cours précédent. Prochain cours sur la synthèse de polymère (du monomère au polymère)

Objectif : Savoir justifier des propriétés de matériaux à l'aide de la structure moléculaire du solide.

# Introduction

Dans ce cours on va s'intéresser à comment on choisit un polymère. Pas le même polymère pour le toit de la voiture, pour la bouteille en plastique... Les polymères sont des solides moléculaires.

solide moléculaire : à l'inverse des solides ioniques ou mécanique, ces solides sont constitués de molécules associées par liaisons faibles. C'est un assemblage discret d'entités liées par des liaisons faibles : VdW et liaisons H.

## 1 Propriétés des polymères

C'est la façon dont s'arrange les polymères qui lui donnent ces propriétés.

### 1.1 Propriétés mécaniques

*Trouver vidéo ou on étire un polymère, tracer la courbe pendant*

*Images Ashby p.107* : tracé de l'allongement en fonction de la contrainte (force de traction par unité de surface). Première partie linéaire : domaine d'élasticité, pente module d'Young. Maximum : résistance à la traction  $R_m$  en ordonnée, début de la striction.

Ordres de grandeur :  $R_m$  (Cu) = 400 MPa ;  $R_m$  (PS) = 40 - 70 MPa.

*Image Ashby p.40*

**Transition** : Si on chauffe un polymère ces propriétés d'élasticité vont être modifiées.

### 1.2 Propriétés thermiques

*Courbe Frajman polymère amorphe ou cristallin module d'Young en fonction de T.* Pour un polymère amorphe on définit la température de transition vitreuse  $T_g$  : transition de l'état vitreux à l'état caoutchouque. Pour un polymère cristallin, on définit seulement la température de fusion : passage de l'état vitreux à l'état liquide visqueux.

Polymère thermoplastique : si  $T_g > T_{amb}$  bouteille d'eau  
Elastomère : si  $T_g < T_{amb}$  caoutchouc

Thermodurcissables : durcissent de façon irréversible quand ils sont chauffés.

**Transition** : Pour obtenir un matériaux on doit mettre en forme

### 1.3 Application à la mise en forme des polymères

*Image Frajman Chimie organique et polymère p.379*

Modes de mise en forme :

- extrusion
- moulage par injection (utilisé pour faire des tuyaux)
- thermoformage : par compression, par gonflement (ajout d'air comprimé pour faire gonfler le polymère)
- moulage par compression

## 2 Caractéristiques des macromolécules

### 2.1 Composition chimique des macromolécules

*Image Frajman p.377* : influence des substituants et de la chaîne et de la tacticité

- Plus la chaîne est rigide plus il faut apporter de l'énergie pour séparer les chaînes.  $T_g$  augmente.
- isotactique : forme cristallin le plus souvent, atactique : forme amorphe le plus souvent.

## 2.2 Architecture des macromolécules

*Image Frajman p.379* Plus la masse molaire moyenne augmente plus le domaine caoutchoutique augmente.  
 Ramification : plus il y a de ramifications plus  $T_g$  augmente plus le polymère est rigide.

## 2.3 Agencement des chaînes

*figure wikipédia : structure du kevlar* : liaisons faibles H résistance à la rupture élevée, élasticité. Formation de liaisons covalentes : vulcanisation (images caoutchouc naturel et vulcanisé).

## Conclusion

On peut caractériser les propriétés thermiques, mécaniques du polymère pour choisir quel matériaux et que pour cela on avait besoin de la structure moléculaire. Ouverture sur les copolymères.

## Questions

- solide moléculaire recouvre beaucoup de choses : glace par exemple mais pour le thème matériaux vaut mieux se centrer sur polymère
- quels sont les principaux polymères ? PET pour les bouteilles, PVC pour les tuyaux, PS, PE (sac en plastique, c'est lui le plus important), PP, PMMA, téflon (résistant au solvant organique, mis autour des barreaux), Nitrile, Latex, Plexiglas des sorbones
- comment on rationalise la résistance chimique du téflon ? Fluor rend inerte.
- Comparer kevlar et PE ultra haute densité ?
- exemple et intérêt des copolymère ? polystyrène choc pour les coffre de toit des voitures