

# LC3 : De la molécule au matériau

Leçon présentée par Mélanie

**Element imposé :** solide moléculaire

**Niveau :** L2

**Prérequis :**

- Description des polymères ( $\bar{M}_n, \bar{M}_w$ , ramifiés, linéaires, amorphe, cristallin, tacticité)
- Interactions faibles (VdW, liaisons H) (L1)
- Module d'Young (Physique L2)

**Difficultés :**

- Distinction polymère-macromolécule
- Distinction entre thermodurcissable, thermoplastique, état vitreux

**Séquence pédagogique**

- Approche doc : choix et mise en forme d'un polymère pour une application
- TP : Synthèse du polystyrène

Objectifs : savoir justifier les propriétés du matériaux à l'aide de la structure moléculaire du solide.

**Biblio** Frajman, Fontanille, Ashby 1 et 2

## Contents

<b>1 Propriétés des polymères</b>	<b>1</b>
1.1 Propriétés mécaniques . . . . .	1
1.2 Propriétés thermiques . . . . .	2
1.3 Application à la mise en forme des polymères . . . . .	2
<b>2 Caractéristiques des macromolécules.</b>	<b>2</b>
2.1 Composition chimiques des macromolécules . . . . .	2
2.2 Architecture des macromolécules . . . . .	2
2.3 Agencement des chaînes . . . . .	2

## Introduction

**Solide moléculaire** : assemblage discret d'entités liées par des liaisons faibles : VdW, liaisons H

### 1 Propriétés des polymères

#### 1.1 Propriétés mécaniques

Schéma de la contrainte en fonction de l'élongation, définition module d'Young, domaine d'élasticité, début de traction

## 1.2 Propriétés thermiques

Pour un polymère amorphe, on a la **température de transition vitreuse** ( $T_g$ ), état vitreux -> état caoutchoutique.

Pour un polymère cristallin, on a Température de fusion ( $T_f$ ) : état vitreux -> état liquide visqueux.

On définit alors un **thermoplastique** si  $T_g > T_{amb}$  et un **elastomère** si  $T_g < T_{amb}$

On définit également un **thermodurcissable** : durcit de façon irréversible quand ils sont chauffés.

On met à profit ces prop thermiques pour mettre en forme les polymères.

## 1.3 Application à la mise en forme des polymères

On peut procéder à l'**extrusion**. Si on a un moule en sortie, c'est du **moulage par injection**. On peut souffler dans le moule, ce qui est du **thermoformage par compression/gonflement**.

Egalement, **oulage par compression**, pour les thermoplastiques notamment.

Mais comment sélectionner le polymère pour que la bouteille d'eau ne soit pas liquide à  $T_{amb}$ ?

## 2 Caractéristiques des macromolécules.

### 2.1 Composition chimique des macromolécules

Prenons le PE,  $T_g = -100^\circ\text{C}$  si on rajoute un méthyl,  $T_g$  augmente, encore plus si on on a un phényl dans la chaîne.

Car plus la chaîne est rigide, plus il faut apporter de l'énergie pour séparer les chaînes :  $T_g$  augmente

On a également une influence de la tacticité :

Un polymère **isotactique** est sous forme cristalline le plus souvent, un polymère **atactique** est sous forme amorphe le plus souvent.

### 2.2 Architecture des macromolécules

Les chaînes ne sont pas toutes de la même taille, on a alors une masse molaire moyenne. Plus la masse molaire augmente, plus le domaine caoutchoutique augmente.

La ramification joue également : plus il y a de réticulation, plus  $T_g$  augmente donc plus le polymère est rigide.

Pour former les thermodurcissables, on place dans le moule un catalyseur qui entraîne beaucoup de ramifications.

### 2.3 Agencement des chaînes

Liaisons faibles : liaisons H. **kevlar** : résistance à la rupture, élevée, élasticité.

Formation de liaisons covalentes : vulcanisation (soufre)

## Conclusion

On peut alors caractériser le polymères pour choisir ses propriétés et que l'on pouvait modifier les propriétés moléculaires. Mais parfois trop difficiles ou trop cher donc on prend des copolymères.

## Questions

- Principaux polymères ? PET, PVC, PS, PP, PE, PU, téflon
- Rationnaliser les propriétés du téflon ? groupements fluorés inertes.
- Comment on les synthétise ? Ziegler et Natta ?
- supports pour les étudiants ?
- Seulement H et VdW en solide moléculaire ? Covalentes dans la molécule
- Unité de E ? P
- Rm ? déformer de manière irréversible.
- Taux de cristallinité ?

## Retours

-