

# LC.3 De la molécule au matériau

Mélanie

| **Élément imposé** – Solide moléculaire

**Niveau** : L2

**Pré-requis** :

- Description des polymères (Mw, Mn, ramifiés, linéaires, amorphe, cristallin, tacticité) (L2)
- Interactions faibles (VdW, LH) (L1)
- Module d'Young (physique L2)

**Difficultés** :

- Distinction polymère-macromolécule
- Distinction thermodurcissables, thermoplastiques, état vitreux

**Activité** :

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

**Biblio** :

- Frajman
- Fontanille
- Ashby 1 et 2

## Plan proposé

1	Propriétés des polymères . . . . .	2
1.1	Propriétés mécaniques . . . . .	2
1.2	Propriétés thermiques . . . . .	2
1.3	Application à la mise en forme des polymères . . . . .	3
2	Caractéristiques des macromolécules . . . . .	3
2.1	Composition chimiques des macromolécules . . . . .	3
2.2	Architecture des macromolécules . . . . .	3
2.3	Agencement des chaines . . . . .	3

## Intro pédagogique

Prochain cours : synthèse de polymères

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

## Leçon

### Intro

Solide moléculaire : assemblage discret d'entités liées par des liaisons faibles (VdW, LH)

## 1 Propriétés des polymères

### 1.1 Propriétés mécaniques

Explication de la traction, [photo appareil traction]

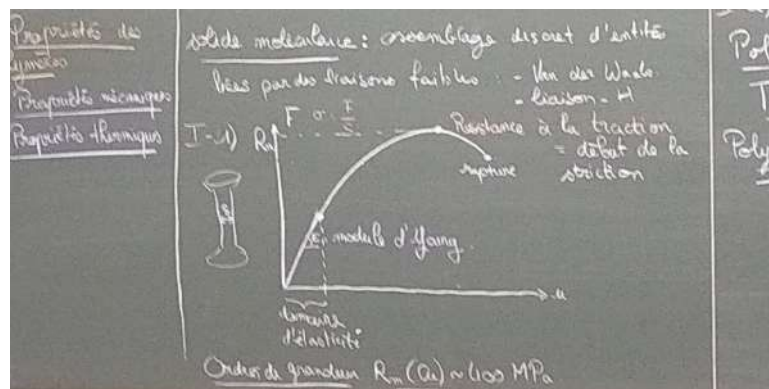


Figure 1 – Caption

[Courbes Principes Ashby p107 et comparaison différents matériaux Ashby p40] : maximum de la courbe = Résistance à la traction (début de la striction). On détermine le module d'Young comme pente à l'origine (dans le domaine d'élasticité)

Métaux et céramiques peu élastiques

Ordre de grandeurs :  $R_m(\text{cuivre}) \sim 400 \text{ MPa}$  vs  $R_m(\text{polystyrène}) \sim 40-70 \text{ MPa}$

Liés aux propriétés thermiques

### 1.2 Propriétés thermiques

[ $E=f(T)$  Frajman]

## L. Titre

---

Polymère amorphe : **Température de transition vitreuse** ( $T_g$ ) : état vitreux → état caoutchoutique

Polymère cristallin : **Température de fusion** ( $T_f$ ) : état vitreux → état liquide visqueux

- **Thermoplastique** : si  $T_g > T$  ambiante
- **Elastomère** : si  $T_g < T$  ambiante
- **Thermodurcissables** : Durcissent de façon irréversible quand ils sont chauffés

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

Modes de mises en formes :

- Extrusion
- Moulage par injection
- Thermoformage (par compression ou par gonflement) [Frajman p379]
- Moulage par compression

Bouteille d'eau ne doit pas être caoutchouteux à  $T$  amb : on joue au niveau moléculaire

## 2 Caractéristiques des macromolécules

### 2.1 Composition chimiques des macromolécules

- Influence de des substituants et de la chaîne : plus la chaîne est rigide, plus il faut apporter de l'énergie pour séparer les chaînes ( $T_g$  augmente) [Frajman p377]
- Tacticité : isotactique (forme cristalline le plus souvent) // atactique (forme amorphe)

### 2.2 Architecture des macromolécules

- masse moléculaire moyenne [Frajman p379] : plus la masse moléculaire 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

- liaisons faibles LH (Kevlar : forte résistance à la rupture)
- formation de liaisons covalentes : vulcanisation

## Conclusion

On choisit son polymère pour ses propriétés, donc de la structure moléculaire. Ouverture sur les copolymères

## Questions/Réponses

Questions	Réponses
<i>Act doc en pratique ?</i>	On donne des documents par groupe (tables, Tg)
<i>Principaux polymères</i>	PET (bouteille), PVC (tuyauterie), polystyrène, <b>polyéthylène</b> , polypropylène, PMMA, latex, Teflon (résiste aux solvants)
<b>Rationaliser teflon ?</b>	Groupements fluorés donc assez inertes
<i>Synthèse</i>	Radicalaire, ionique
<i>Polyéthylène</i>	Zigler-natta catalytique
<i>Solide moléculaire</i>	Aussi liaisons covalentes parfois
<i>Unité de E</i>	Pression (par rapport à allongement relatif)
<i>Taux de cristallinité controle ?</i>	Catalyseur
<i>Haute densité PE ? Par rapport à Kevlar ?</i>	Chaine très longue donc propriétés différentes
<i>Copolymère exemple ?</i>	Polystyrèn choc très résistant, coffre de toit

---

## Debrief

Solides moléculaires : glace... Mais pour molécules au matériau, seulement polymères : bon plan ! (c'est de la macromolécule au matériaux)

Mettre une accroche : légère modification de la chaine donne des propriétés différentes

Mettre la vidéo du plastique qui se détruit, tracer la courbe en même temps

Montrer la diversité des applications : PE