



Les matières Plastiques

Les polymères



Introduction

Polymère = vient du grec **polus**, plusieurs, et **meros**, partie

Polymère = plusieurs parties

= **une partie** + une partie + une partie +

→ **Monomère**

Polymère = plusieurs monomères

Polymère constitue de plusieurs monomères

Définitions

On appelle **polymère** une **grande molécule** constituée d'unités fondamentales appelées monomères reliées par des liaisons covalentes.

Un **monomère** est un composé constitué de **molécules simples** pouvant réagir avec d'autres monomères pour donner un polymère.

polymère = enchaînement d'un ou de plusieurs monomères

Contrairement au polymère, un monomère a **une faible masse moléculaire**. C'est-à-dire les polymères ont **une grande masse moléculaire**

Le terme ***macromolécule*** est souvent utilisé à la place de **polymère**

Polymère = macromolécule

Un **homopolymère** est un polymère qui comporte des motifs monomères tous identiques.

Un **copolymère** est un polymère qui comporte des motifs monomères de deux ou plus sortes différentes.

Polymères

```
graph TD; A[Polymères] --> B[Naturel<br/>(Animale ou végétale)]; A --> C[Artificiel<br/>( Synthétique)]; B --> D[les caoutchoucs, les<br/>polysaccharides, le<br/>glycogène, l'ADN, les<br/>protéines...]; C --> E[polyéthylène, le<br/>polypropylène, le polystyrène,<br/>le PVC, les<br/>polyesters, les polycarbonates,<br/>les polyamides];
```

Naturel

(Animale ou végétale)

les caoutchoucs, les
polysaccharides, le
glycogène, l'ADN, les
protéines...

Artificiel

(Synthétique)

polyéthylène, le
polypropylène, le polystyrène,
le PVC, les
polyesters, les polycarbonates,
les polyamides

Polymérisation

Polymérisation: réaction qui se produit entre les monomères.

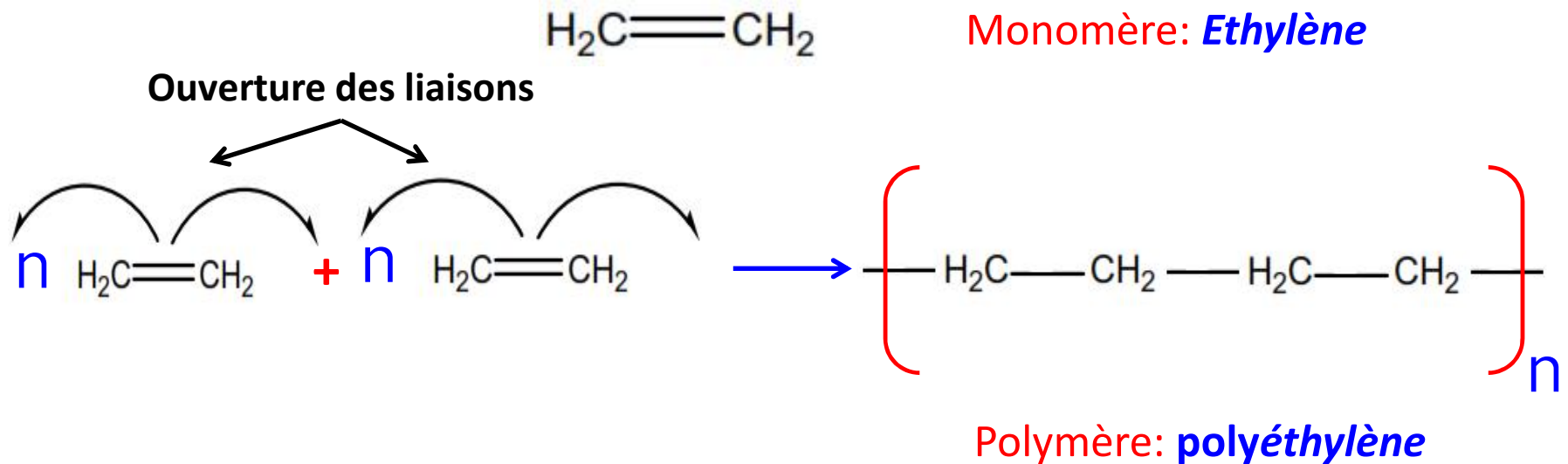
Il y a deux grand type de réaction:

Réaction d'addition

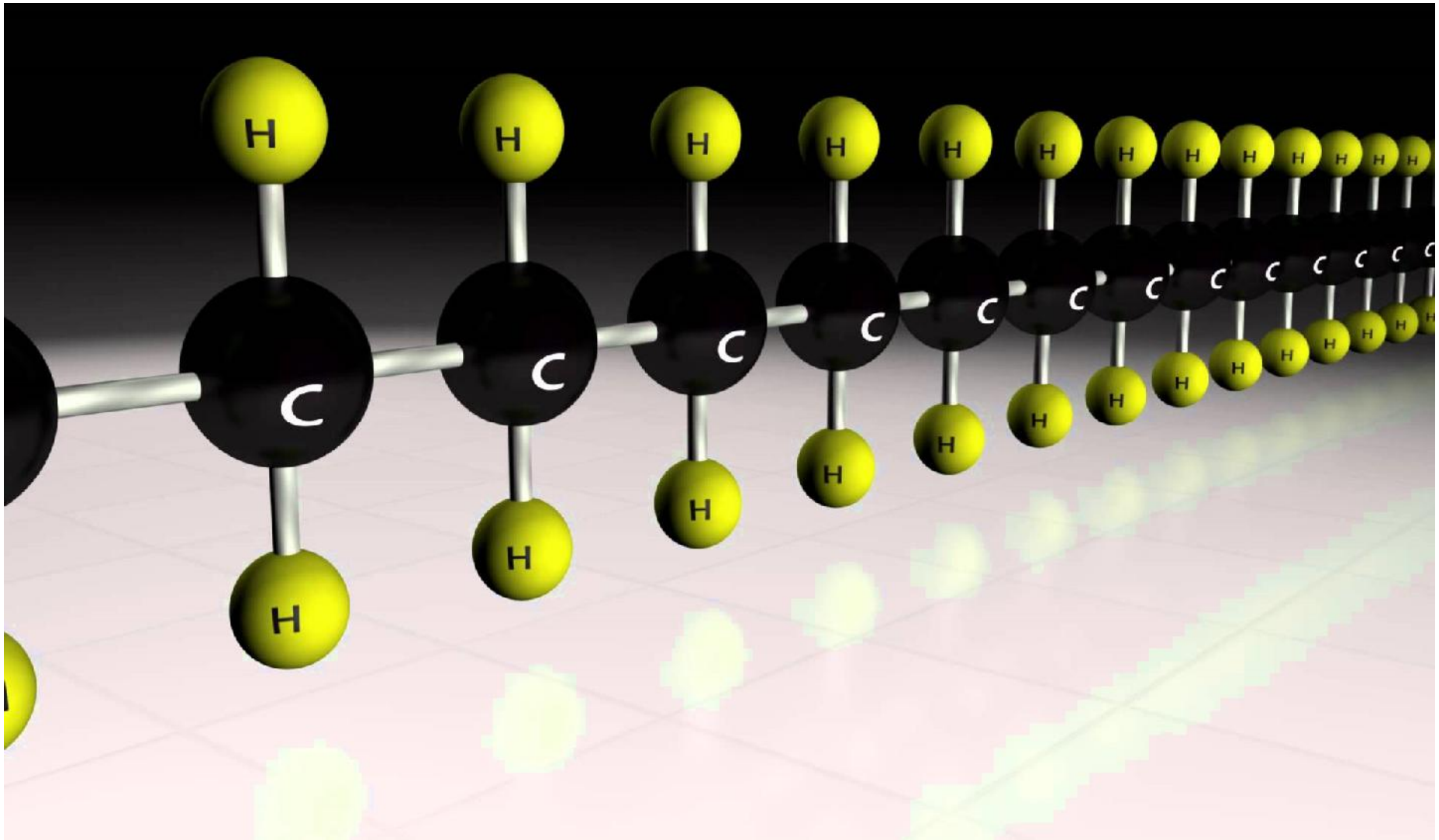
Réaction de condensation

Réaction d'addition

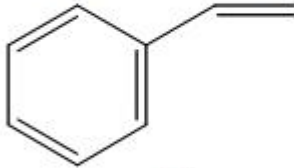
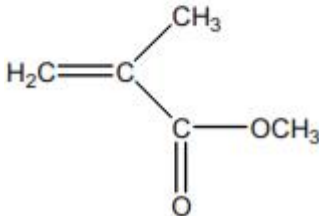
Polymère d'addition: ils sont obtenus par addition de monomères même groupe fonctionnel sans élimination d'atomes ou de groupes d'atomes.



Polyéthylène



Quelques polymères de la vie courante

Monomère	Structure	Polymère	Utilisation
Ethylène	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	Polyéthylène	Sac, bouteille
Chloroéthylène ou chlorure de vinyle	$\text{H}_2\text{C}=\text{CHCl}$	Polychlorure de vinyle (PVC)	Tuyaux, bouteille (avant les bouteilles en PET)
Tétrafluoroéthylène	$\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$	Téflon	Poêle
Phényléthylène ou styrène		Polystyrène	Emballage
Méthacrylate de méthyle		Plexiglas	Latte

Réaction de condensation

Polymère de condensation: ils sont obtenus par réactions de deux molécules (deux monomères) , soit différentes ayant deux fois la même fonction, soit une seule molécule portant les deux fonctions.

(Réaction au cours de laquelle il y a libération d'une molécule d'eau.).

Nous allons voir quelques-unes des grandes familles.

1. Polyamide

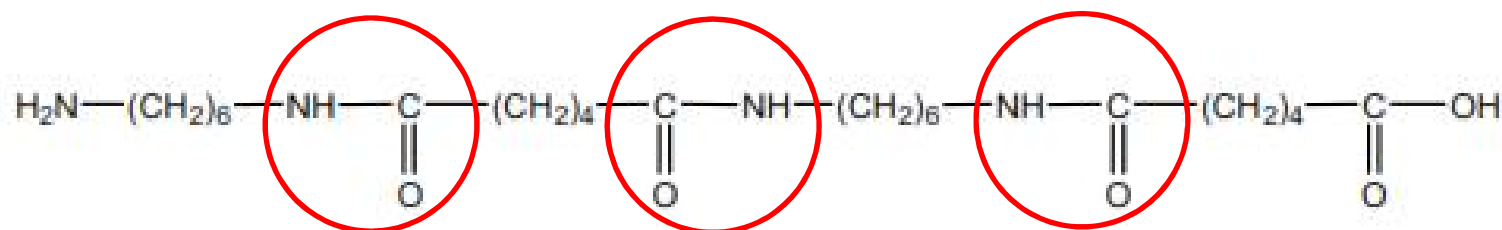
C'est la réaction entre une amine et un acide avec élimination d'eau. Soit on fait réagir un diacide avec une diamine, soit on fait réagir un amino-acide.

Exemple : Nylon 6,6 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2$)

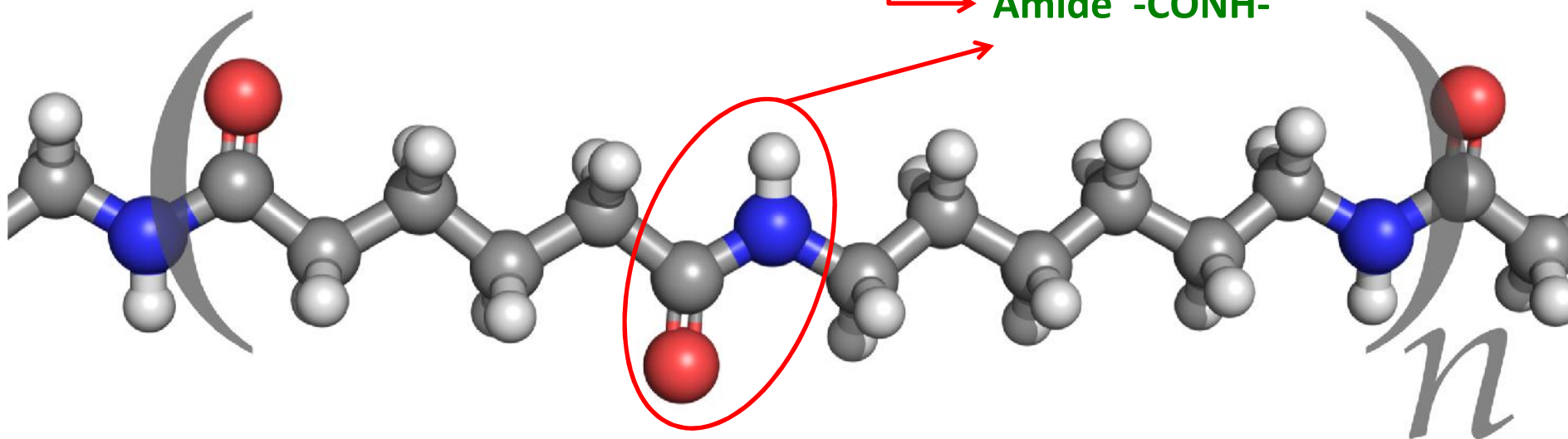
On utilise **l'acide adipique** ($\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$) et **l'hexaméthylène diamine** ($\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$) pour former du **Nylon 6,6**. Cette synthèse fut mise au point par Carothers en 1935 et exploité industriellement par Dupont de Nemour en 1938.

l'acide adipique

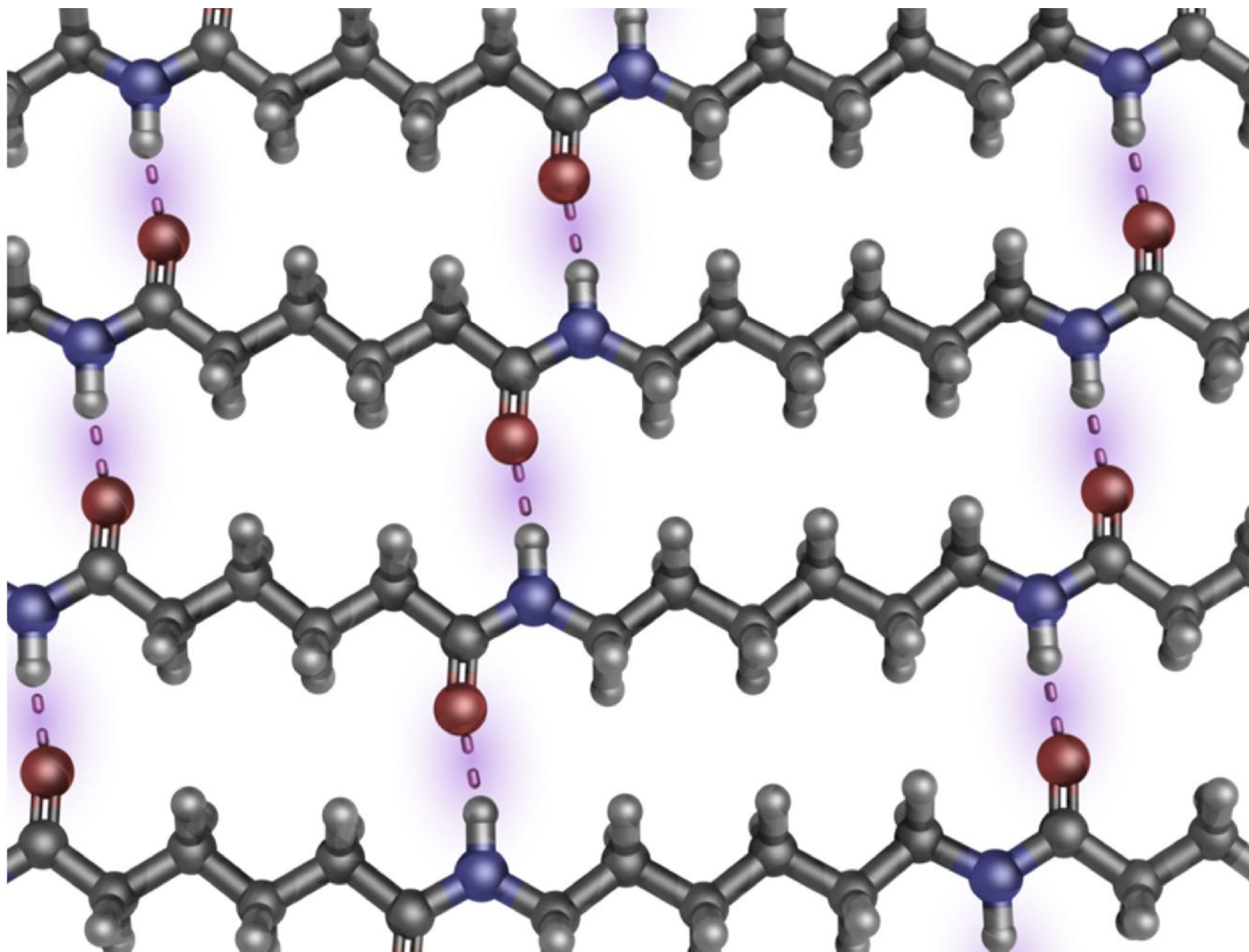
l'hexaméthylène diamine



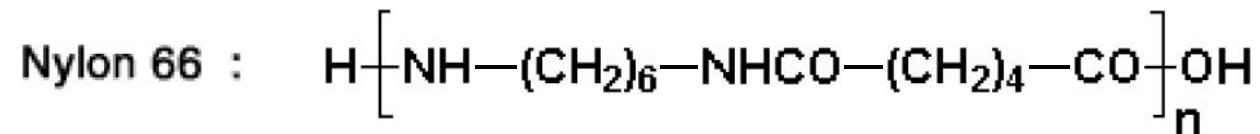
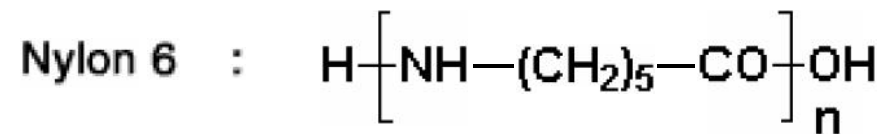
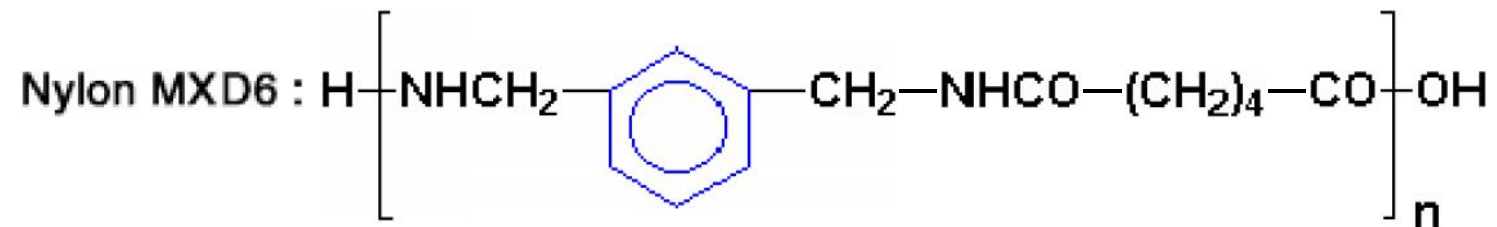
Amide -CONH-



Formation d'un polymère linéaire et libération d'une molécule d'eau.



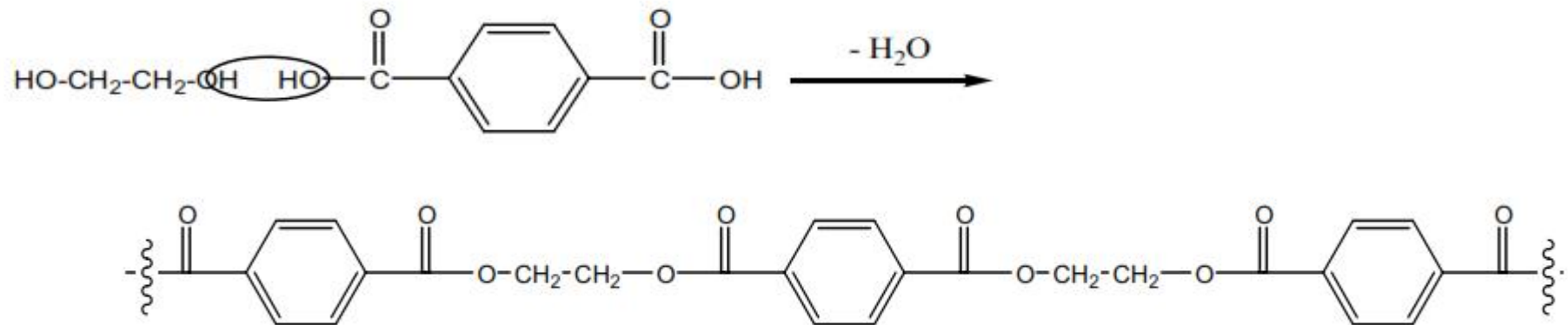
Types de Nylon



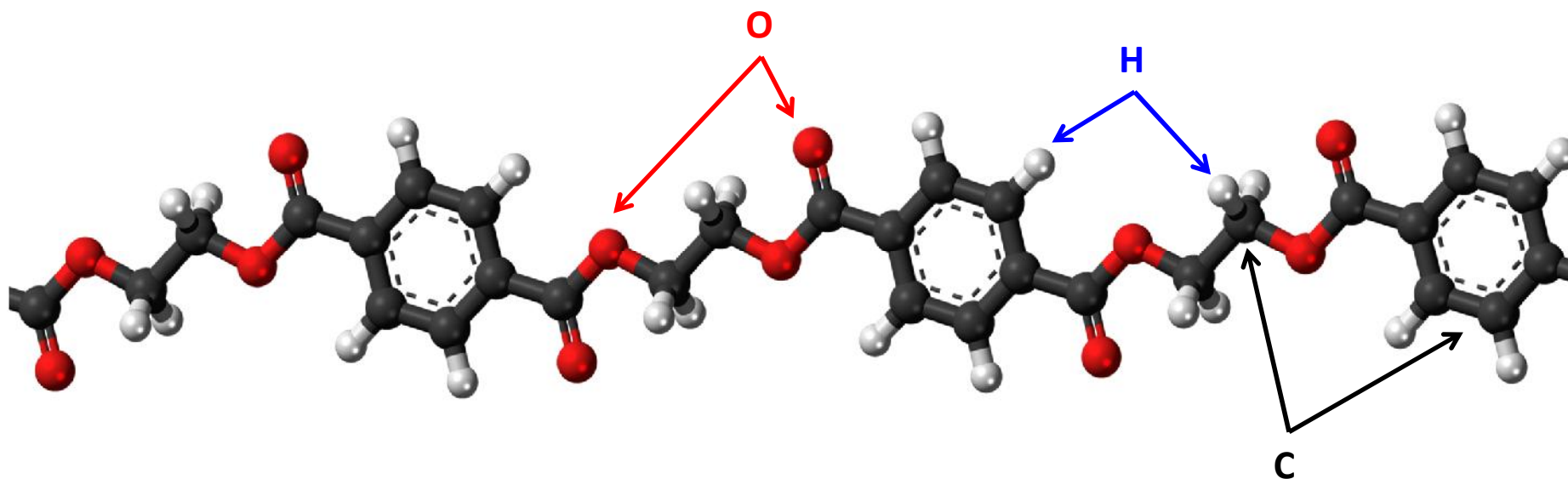
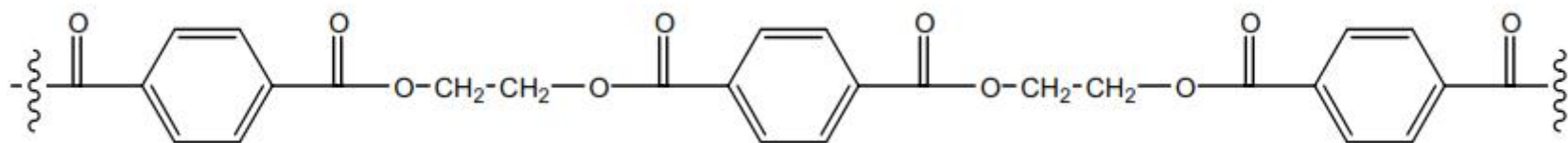
2. Polyester

C'est la réaction entre un **diol** et un **diacide** avec élimination d'eau.

La synthèse du **PET** (**P**oly**é**thylène **T**éréphtalate) s'effectue entre le **glycol** et l'acide **téréphtalique**.

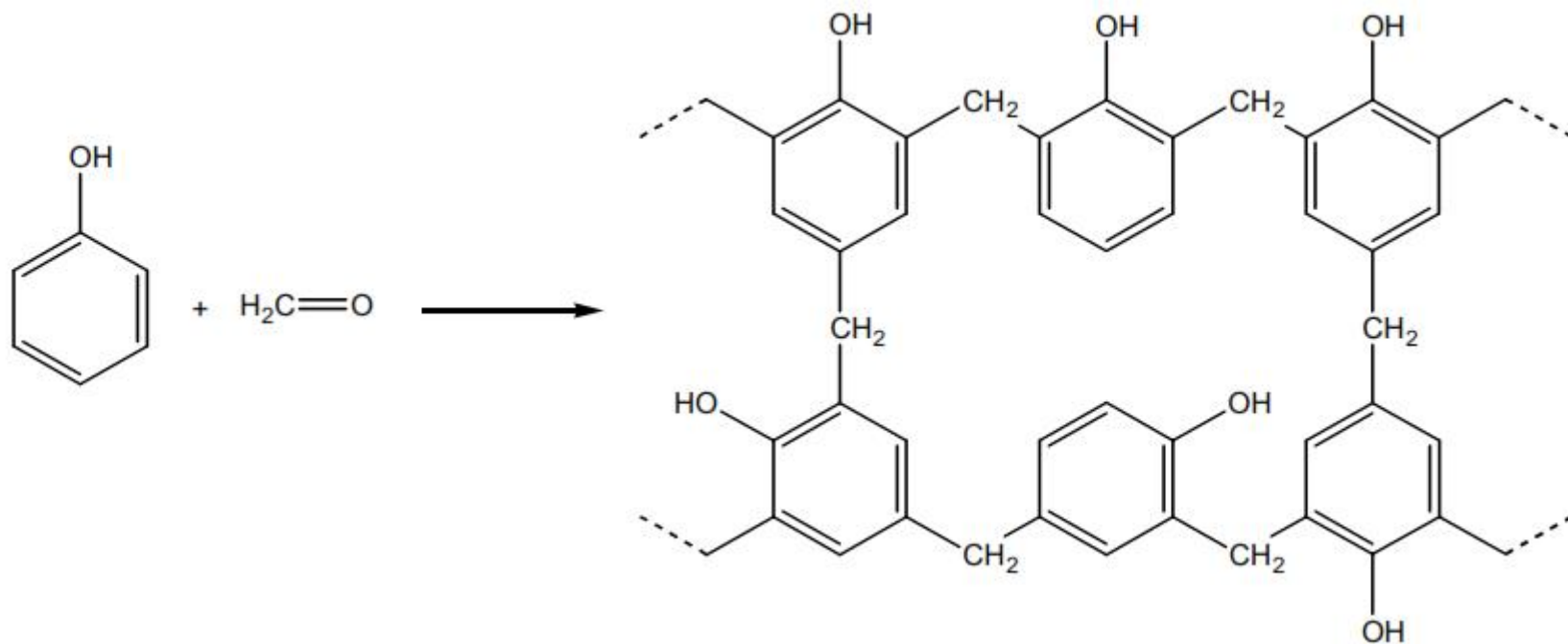


Le produit obtenu PET (polyéthylène téréphtalate) sert à fabriquer une fibre textile (Tergal - Dacron) ou un film (Mylar) ; des bouteilles (pour eau minérale) en remplacement du PVC.



PET (polyéthylène téréphthalate)

3. Résines à base de formol (Méthanal CH_2O) :



Structure des polymères

Les polymères peuvent présenter des **architectures** extrêmement **variables**. Ils peuvent être **linéaires**, **ramifiés** ou **réticulés**. Le plus souvent, ils sont **amorphes**, parfois ils peuvent être, au moins partiellement, cristallisés.

1. Polymères Linaires

sont constitués de grandes chaînes de monomères reliés entre eux par des liaisons **covalentes**. Ces chaînes sont liées entre elles par des liaisons secondaires ou ponts **hydrogènes H** (**Van der Waals**). Ces liaisons assurent la rigidité de polymère.

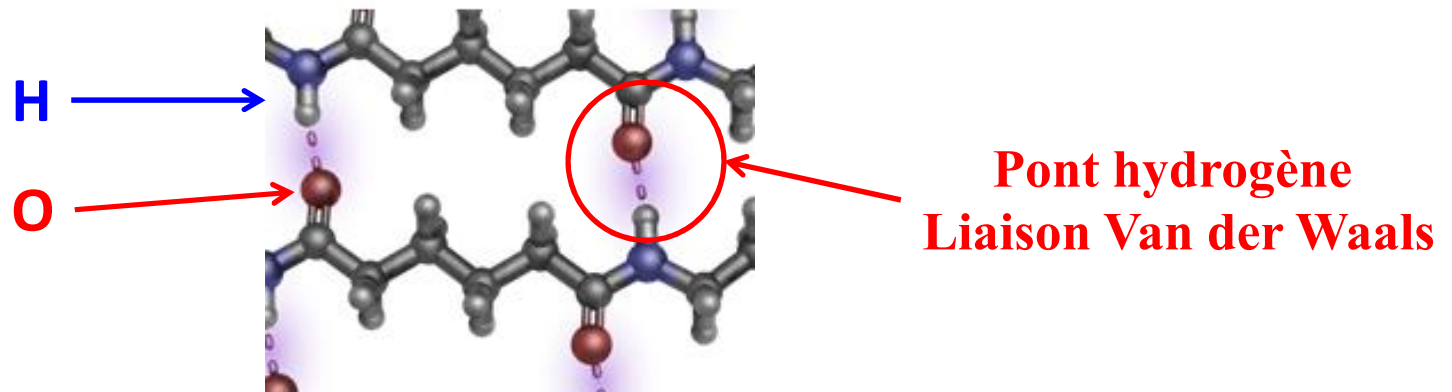
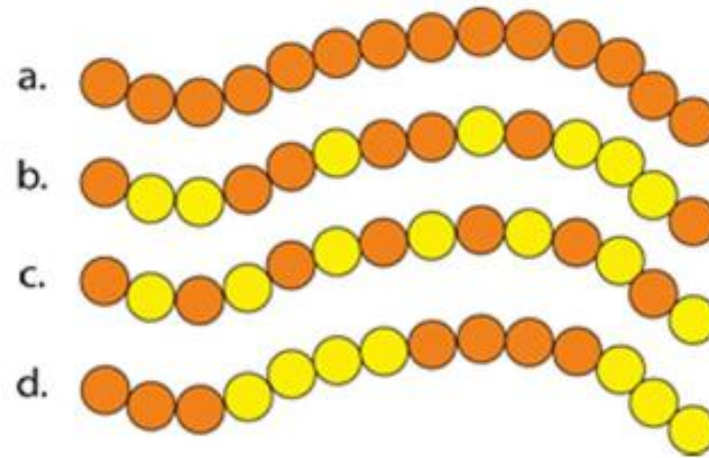


Figure: polymères linéaires



a.: homopolymère,

b.: copolymère statistique,

c.: copolymère alterné,

d.: copolymère séquencé)

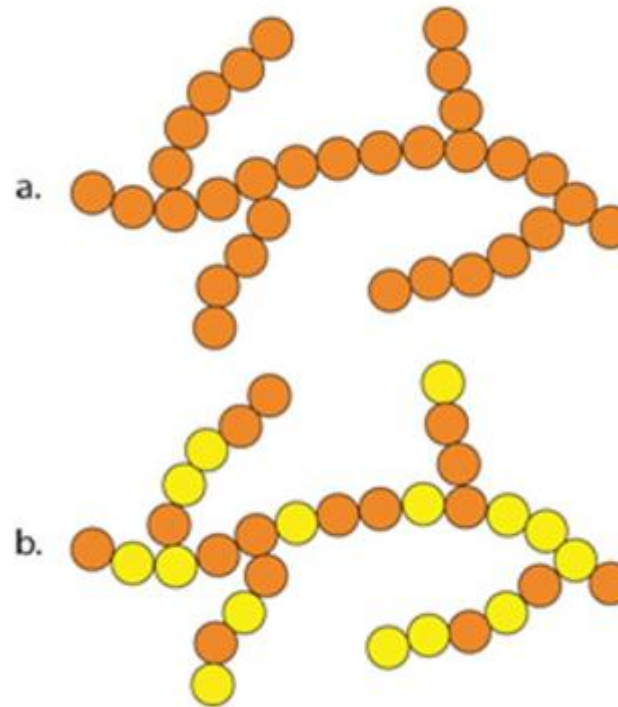
Si la température s'élève, l'agitation moléculaire qui en résulte **va rompre progressivement ces liaisons secondaires**. Le matériau s'écoule et présente le comportement d'un **liquide visqueux**.

La température à laquelle se produit cette évolution s'appelle **la température de transition vitreuse**.

2. Polymères ramifiés

Des chaînes **homopolymériques** ou **copolymériques** peuvent se greffer sur d'autres chaînes au cours de la polymérisation. Au dessus de **la température de transition vitreuse**, ces matériaux présenteront **comportement visqueux** plus marqué que les polymères linéaires.

Figure: polymères ramifiés



(a) Homopolymère ramifié

(b) Copolymère ramifié

3. Polymères réticulés

La réticulation correspond à la formation de liaisons chimiques suivant les différentes directions de l'espace au cours d'une polymérisation, d'une polycondensation ou d'une polyaddition, et qui conduit à la formation d'un réseau.

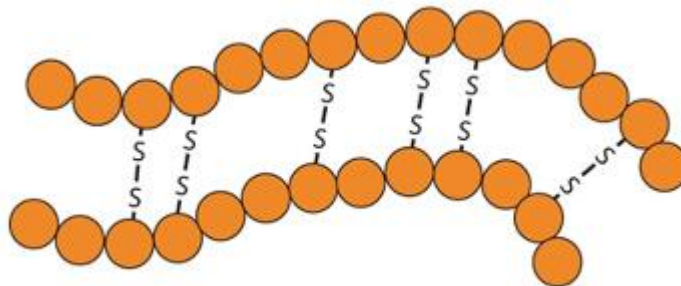


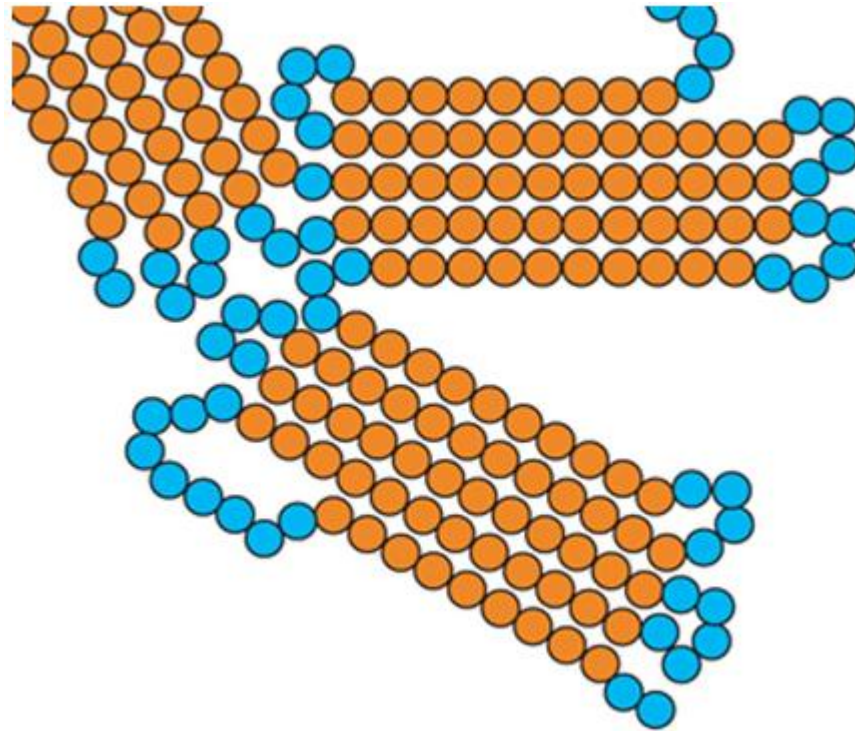
figure: polymère réticulé avec ponts di-sulfure reliant deux chaînes.

4. Polymères amorphes et polymères cristallisés

Les chaînes macromoléculaires peuvent être organisées de façon de **aléatoire** dans l'espace et constituer ainsi une phase **amorphe**.

Dans un polymère, les deux états **ordonnés et désordonnés** peuvent exister dans un même matériau qui est alors de nature **semi-cristalline**.

Représentation schématique d'un polymère semi-cristallisé



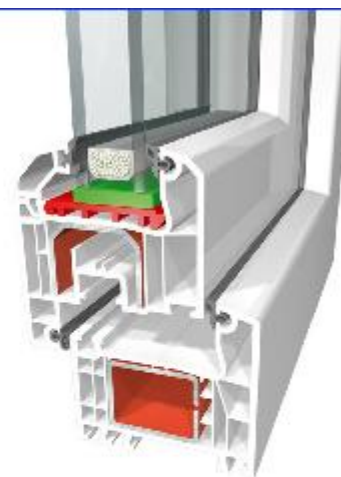
Polymères Thermoplastiques, Thermodurcissables

Dans le cadre des résines pour réaliser des matières plastiques, deux types de comportement très différents sont décrits en fonction de la nature et de la structure des polymères les constituant : **Une résine thermoplastique** et **Une résine thermodurcissable**

❖ **Une résine thermoplastique** est constituée de chaînes linéaires ou ramifiées à liaisons covalentes. Ces chaînes sont liées entre elles par des liaisons faibles de type Van der Waals et hydrogène par exemple. Les thermoplastiques peuvent être dissous dans certains solvants et se ramollissent à la chaleur d'où le terme « thermoplastique ».

❖ **Une résine thermodurcissable** est constituée de chaînes linéaires réticulées entre-elles. Les chaînes sont liées dans l'espace par des liaisons fortes du type covalent. Nous sommes donc en présence d'un réseau tridimensionnel insoluble et infusible.

Résumé et Comportement des polymères



Les matières plastiques

