

# Les polymères : des matériaux omniprésents au service des performances sportives.

La plupart des matériaux utilisés dans les équipements sportifs (plongée sous-marine, ski, tennis, cyclisme, natation...) sont constitués de très longues molécules appelées **polymères**.

Ces polymères peuvent se trouver dans la nature (l'ADN est un polymère) mais on peut aussi les synthétiser (c'est le terme qu'emploie le chimiste pour « fabriquer ») en laboratoire.

Il est quasi certain que vous portez sur vous ces **polymères**, le plus connu étant le **nylon**. Il a été inventé en 1935 par un chimiste américain.

La toile de ce parachute est en nylon

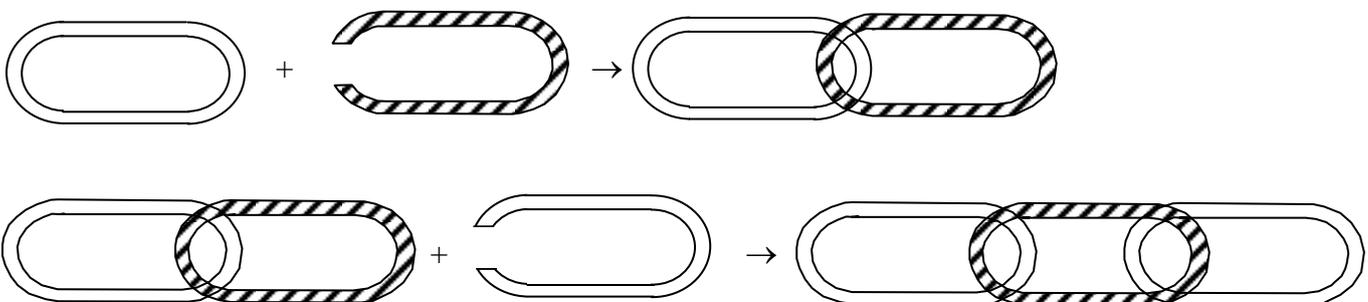


- ☞ Citez des objets de la vie courante où le nylon est utilisé [collants, poils de brosse à dent, fil à pêche]
- ☞ Il existe d'autres polymères dans la vie courante. Pouvez citer des objets et le nom du polymère utilisé ? [Équerre en Plexiglas, isolant en polystyrène, tuyau en PVC...]



## Qu'est ce qu'un polymère ?

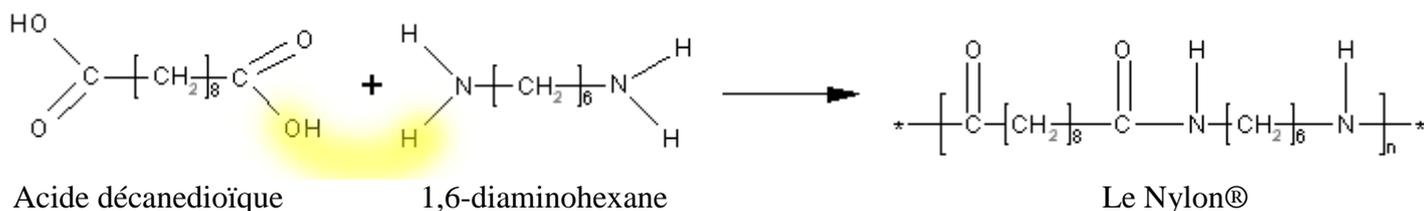
Pour comprendre ce qu'est un polymère, on peut rapprocher la constitution de cette molécule à une chaîne (de vélo) ou un collier (ouvert). Une chaîne ou un collier sont constitués de plusieurs maillons (différents dans notre exemple).



On retrouve donc le même motif (  ) un grand nombre de fois.

Pour les polymères, c'est la même chose : une molécule va s'associer (le chimiste parle de « réaction chimique ») avec une autre ou parfois sur elle-même. Les molécules qui réagissent entre-elles s'appellent des **monomères**.

Exemple : fabrication du nylon

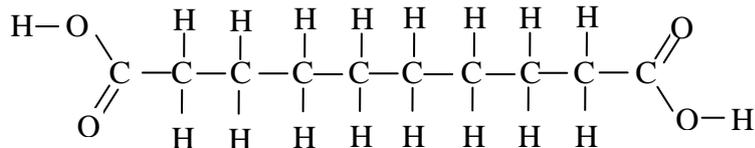


Les 2 molécules réagissent entre elles (=s'associent) en perdant pour l'une d'entre elles le groupement d'atomes -OH et l'autre -H (-OH et -H s'associent pour donner une molécule d'eau qui est produite avec une molécule de nylon)

A l'aide des modèles moléculaires, nous allons construire la molécule de Nylon® à partir des deux réactifs utilisés : l'acide décanedioïque et le 1,6-diaminohexane

### 1) L'acide décanedioïque

La formule développée (obtenue à partir de la précédente) de cette molécule est la suivante :

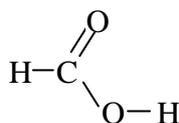


- Combien d'atomes de carbone C, d'hydrogène H et d'oxygène O possède la molécule ? En déduire sa formule brute du type  $C_xH_yO_z$  où x, y et z sont les nombres entiers.
- A quel nombre est associé le préfixe **déca** ? A quoi correspond-il dans la molécule ?
- Combien cette molécule contient-elle de liaisons simples ? doubles ?
- Construction de la molécule :

- on utilise des boules blanches pour l'atome d'hydrogène, noires pour le carbone et rouge pour l'oxygène.
- Si un atome de carbone doit être lié à 4 autres atomes, sa boule correspondante devra présenter 4 « trous », s'il doit être lié à 3 autres atomes, on prendra 3 « trous ».... (même chose pour O)

Une molécule appartient à une famille si elle possède un ou plusieurs groupes d'atomes qui permet de la caractériser.

L'acide décanedioïque fait partie de la famille **des acides carboxyliques** bien connus des fourmis ou des abeilles puisqu'elles sécrètent de l'acide méthanoïque (ou acide formique) pour nous piquer. La formule développée de cet acide est la suivante :



e) Quels groupes d'atomes (ou enchaînement) retrouve-t-on dans cette molécule et l'acide décanedioïque ? Les entourer.

f) Justifier ainsi le nom de l'acide décanedioïque.

## 2) Le 1,6-diaminohexane

a) En vous aidant de la question 1)a) et de sa formule indiquée dans la réaction, donner la formule développée de cette molécule.

b) Donner la formule brute du type  $C_xH_yN_z$  de la molécule.

c) Construire la molécule (utiliser les boules bleues pour les atomes d'azote)

d) La molécule « 1,6-diaminohexane » appartient à la famille des amines, entourer cette fonction amine sur la formule développer.

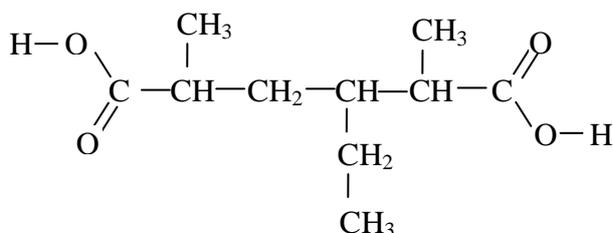
## 3) Le Nylon

a) Construire la molécule de nylon en faisant réagir dans un premier temps une molécule d'acide décanedioïque et 1,6-diaminohexane puis continuez la réaction en combinant cette molécule produite avec un des deux réactifs, poursuivez le travail jusqu'à épuisement... des réactifs.

b) Le Nylon obtenu s'appelle le nylon 6,10. Pourquoi ?

c) Il est aussi possible de synthétiser du nylon 6,6. Quel acide faut-il utiliser ? Donner sa formule semi-développée ainsi que sa formule brute. Construire cette molécule à l'aide des modèles moléculaires.

Le groupe caractéristique de la fonction amine réagit avec les acides carboxyliques. On pourrait remplacer l'acide décanedioïque par cette molécule :

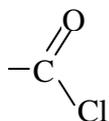


d) Donner sa formule brute. La comparer à celle de l'acide décanedioïque. Ces deux molécules sont qualifiées d'isomères, donner une définition de ce terme

## 3) Synthèse du Nylon

a) En pratique, on remplace l'acide décanedioïque par du dichlorure de sébacyle qui s'obtient en remplaçant les groupements d'atomes -OH par un atome de chlore -Cl. Donner sa formule semi-développée.

b) Le dichlorure de sébacyle appartient à la famille des chlorures d'acide dont le groupe caractéristique est le suivant :



Entourer sur la formule développée du dichlorure de sébacyle ce groupe caractéristique.

c) La synthèse (au bureau) est réalisée avec 5 mL de dichlorure de sébacyle et 5 mL de 1,6-diaminohexane.

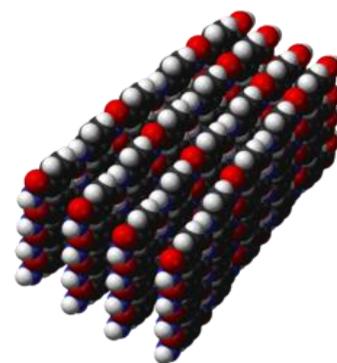
**4) Synthèse du polystyrène (voir fiche professeur ci-dessous)**

## Exercice : Le Kevlar, un matériau aux propriétés étonnantes

Le poly-para-phénylène téréphtalamide, plus connu sous le nom déposé de **Kevlar** a été découvert en **1965** par deux chercheurs de la société Dupont de Nemours : Stéphanie **Kwolek** et **Herbert Blades**. La fabrication industrielle de ce polymère commença en 1971.

### Des propriétés étonnantes

Le Kevlar est une fibre synthétique présentant d'exceptionnelles qualités de résistance à la traction et à l'élongation. Il a pour autres qualités sa capacité d'absorption des vibrations et son excellente résistance aux chocs et sa légèreté. Sa rigidité est supérieure à celle de l'acier.



### Applications

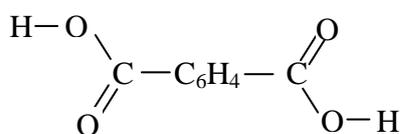
Ce polymère est utilisé dans de nombreux domaines :

- industrie aéronautique et aérospatiale
- industrie textile : renfort de vêtements et voiles de bateau
- matériel sportif : cyclisme, navigation...

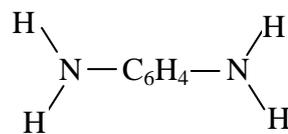


- 1) Le Kevlar est utilisé dans le domaine du cyclisme et de la navigation. Quelles sont les propriétés du Kevlar qui justifient l'emploi de ce matériau dans ces sports ?
- 2) Citer un autre sport où ce matériau pourrait être utilisé pour les mêmes raisons. Expliquer.

La synthèse du Kevlar est réalisée à partir de l'acide téréphtalique (ou acide benzène 1,4-dioïque) et le 1,4-diaminobenzène.



acide téréphtalique



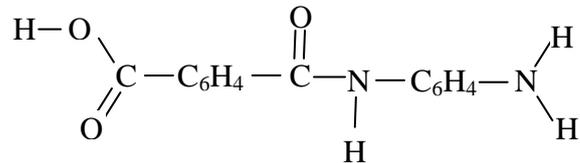
1,4-diaminobenzène

3) Donner les formules brutes de l'acide téréphtalique (du type  $C_xH_yO_z$ ) et du 1,4 diaminobenzène (du type  $C_xH_yN_z$ )

4) L'acide téréphtalique possède deux groupes caractéristiques des acides carboxyliques. Les entourer.

5) Même question pour l'autre réactif qui possède deux fonctions amines.

4) Dans un premier temps, les 2 réactifs réagissent pour donner la molécule ci-dessous. Recopier sa formule puis indiquer où l'on retrouve le squelette de l'acide téréphtalique et celui du 1,4-diaminobenzène.



5) Préciser le groupement d'atomes « perdu » par l'acide téréphtalique puis celui « perdu » par le 1,4-diaminobenzène. Que sont devenus ces atomes ?

6) Ecrire la molécule qui va être obtenue à partir de celle ci-dessus puis l'acide téréphtalique.

## Fiche professeur : TP Fabrication du nylon

**Attention :** Les produits utilisés dans ce TP sont dangereux.

Ce TP peut être réalisé par le professeur, mais pas par les élèves.

Une hotte aspirante doit impérativement être utilisée.

Prévoir une blouse de chimie, des gants de chimie et des lunettes de protection.

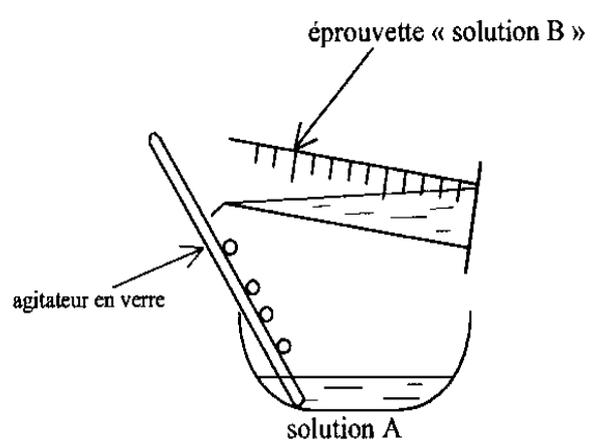
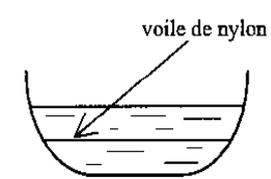
### Matériel

- un flacon contenant une solution de 1,6-diaminohexane, étiqueté « Solution A »
- un flacon contenant du dichlorure de sébacyle en solution dans le dichlorométhane, étiqueté « Solution B »
- deux éprouvettes graduées de 10 mL, étiquetés « Solution A » et « Solution B »
- un flacon fermé étiqueté « Récupération des solutions organiques »
- une coupelle, une soucoupe, une pince à épiler
- deux agitateurs en verre (l'un pour verser la solution B, l'autre pour récupérer le fil de nylon)
- un cristalliseur
- une blouse, des lunettes de protection et des gants de protection
- du papier absorbant

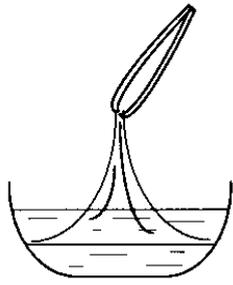
### Travail

Sous la hotte aspirante :

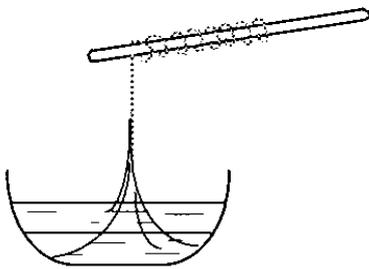
- Verser environ 5 mL de la solution A prête à l'emploi dans l'éprouvette étiquetée « Solution A ».
- Verser environ 5 mL de la solution B prête à l'emploi dans l'éprouvette étiquetée « Solution B ».
- Verser le contenu de l'éprouvette étiquetée « Solution A » dans la coupelle.

 <p>éprouvette « solution B »</p> <p>agitateur en verre</p> <p>solution A</p>	<p>Verser lentement et régulièrement le contenu de l'éprouvette étiquetée « solution B » dans la coupelle, le long de l'agitateur de verre.</p> <p>Ce mélange doit être utilisé dans les 5 minutes suivant la préparation.</p>
 <p>voile de nylon</p>	<p>Un film de nylon se forme à l'interface des deux solutions non miscibles.</p>

- Dérouler le fil dans un cristalliseur rempli d'eau de robinet pour le rincer.
- Récupérer le nylon, l'essuyer avec du papier absorbant et le placer dans une soucoupe.
- Vider le contenu de la coupelle dans le flacon fermé étiqueté « Récupération des solutions organiques ».



Tirer le fil de nylon à l'aide d'une pince à épiler.



Enrouler le fil de nylon autour d'un autre agitateur en verre.

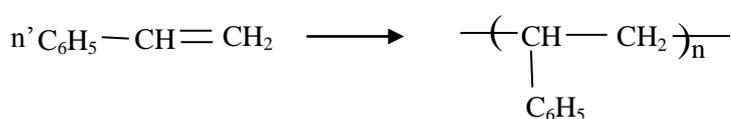
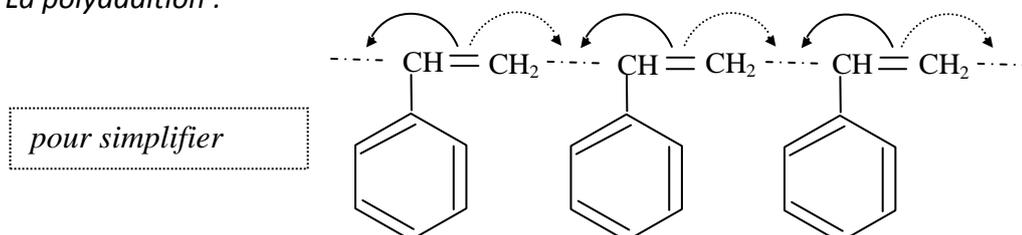
## Fiche professeur : compléments sur le polystyrène :

❖ monomère : le styrène

❖ Formule semi-développée du styrène :



❖ La polyaddition :



❖ manipulation : sous la hotte

réfrigérant à air ( long tube )

fond du tube sur plaque chauffante

ou bain-marie  $\approx 100^\circ\text{C}$

environ 20 minutes

2mL de styrène +  
0,15 g ( une petite pointe de spatule )  
de peroxyde de benzoyle : promoteur de la polymérisation

prise en masse du polystyrène

Si la prise en masse est longue ou non visible, refroidir le tube sous un filet d'eau froide et faire couler sur une plaque.