

Structure des molécules organiques

Introduction :

Dans le cours « [Les différentes représentations des molécules et leur nomenclature](#) », nous avons rappelé les différentes **représentations d'une molécule organique** et commencé à apprendre quelques **groupes caractéristiques**. De plus, nous savons qu'une molécule organique est constituée principalement d'une **chaîne carbonée** et éventuellement d'un ou plusieurs groupes fonctionnels.

Ce cours précisera tout d'abord les types de chaînes carbonées et le moyen de les représenter. Puis, énoncera quatre **familles fonctionnelles** que vous devez connaître en classe de terminale. Pour enfin, aborder la notion de **polymère** et évoquer les utilisations courantes de telles molécules.

1 | La chaîne carbonée d'une molécule organique

a. Qu'est-ce qu'une chaîne carbonée ?

Toute molécule organique est par définition constituée de plusieurs atomes de carbone reliés entre eux par des liaisons covalentes simples ou multiples. C'est ce qu'on appelle la **chaîne carbonée** ou le **squelette carboné**.

La nature des liaisons entre les atomes de carbone influence le type de chaîne.



Définition

Types de chaînes carbonées :

- 1 Une **chaîne carbonée linéaire** est une chaîne d'atomes de carbone reliés entre eux par des liaisons covalentes, pour former une molécule linéaire.

- 2 Une **chaîne carbonée cyclique** est une chaîne d'atomes de carbone reliés entre eux par des liaisons covalentes, pour former un cycle.
- 3 Si la chaîne carbonée est constitué uniquement de liaisons simples entre les atomes de carbone, il est dit **saturé**.
- 4 Si la chaîne carbonée est constitué d'une ou de plusieurs liaisons doubles ou triples entre les atomes de carbone, il est dit **insaturé**.



Exemple

Nous représentons, ci-dessous, les quatre types de chaînes carbonées (ou squelettes carbonés) par leurs formules semi-développées. Elles représentent chacune la partie d'une molécule.

squelette carboné linéaire saturé	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \text{---}$
squelette carboné linéaire insaturé	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 \text{---}$
squelette carboné cyclique saturé	
squelette carboné cyclique insaturé	

© SCHOOLMOUV



Représentation de la chaîne carbonée

Pour représenter les chaînes carbonées de façon universelle, on utilise la **formule topologique**.



Définition

Formule topologique :

Dans la formule topologique d'une molécule organique :

- la chaîne carbonée est représentée par une **ligne brisée** dont les sommets sont les atomes de carbone (et d'hydrogène s'il est lié au carbone) ;
- les liaisons **H – C** ne sont pas représentées, néanmoins les atomes d'hydrogène non liés au carbone sont représentés ;
- une liaison covalente est représentée par un **segment plein**, dont les extrémités sont les atomes ;
- les liaisons doubles ou triples sont représentées par deux ou trois segments parallèles.



Exemple

Le butan-1-ol	
formule semi-développée	
formule topologique	
Le 5-chlorohex-2-ène	
formule semi-développée	
formule topologique	

© SCHOOLMOUV

La chaîne carbonée de la formule topologique représente donc bien une ligne brisée. Les parties entourées, dans la formule topologique, correspondent aux sommets de la chaîne carbonée.

Nous pouvons observer que le butan-1-ol possède uniquement des liaisons simples, sa chaîne carbonée est donc saturée.

En revanche, la chaîne carbonée du 5-chlorohex-2-ène est insaturée car elle possède une double liaison représentée par un double segment.

→ Une formule topologique permet de représenter clairement la structure d'une chaîne carbonée par une ligne brisée.

Les molécules organiques les plus simples à représenter sont les **hydrocarbures**. Ils se composent uniquement d'atomes de carbone et d'hydrogène.

Dans le cas contraire, la molécule possède un ou plusieurs groupes fonctionnels.

2 | Les familles fonctionnelles et la nomenclature

a. Les familles fonctionnelles

Une molécule organique qui possède une chaîne carbonée et un groupe fonctionnel (ou groupement) indique que les propriétés physico-chimiques de la molécule sont différentes de celles d'un hydrocarbure possédant le même nombre d'atomes de carbone.



Rappel

La présence d'un élément autre que le carbone ou l'hydrogène constitue un **groupe fonctionnel**.


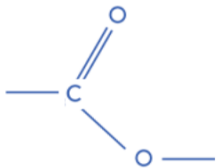

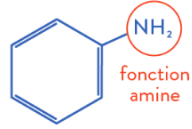
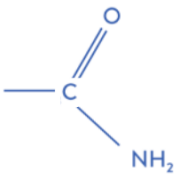
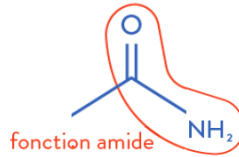
→ Chaque groupe fonctionnel définit une famille de molécules.



À retenir

Une famille fonctionnelle regroupe l'ensemble des molécules possédant des propriétés physico-chimiques similaires.

Le tableau suivant présente quatre familles fonctionnelles que l'on retrouve fréquemment et que vous devez connaître.

groupe caractéristique	famille fonctionnelle	exemple
$\begin{array}{l} - \text{F} \\ - \text{Cl} \\ - \text{Br} \\ - \text{I} \end{array}$	composés halogénés	
	ester	
$- \text{NH}_2$	amine	
	amide	

Nous allons maintenant apprendre à nommer les molécules organiques de ce tableau.

b. Nomenclature des familles fonctionnelles présentées

Les familles fonctionnelles présentées précédemment ont donc des règles de nomenclature bien définies permettant de nommer les molécules que l'on vient de voir.





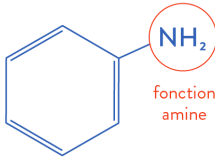

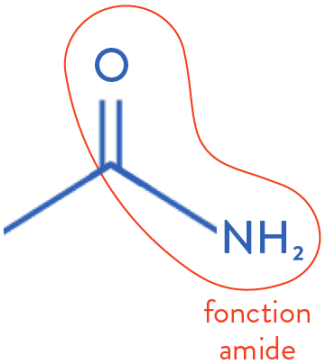
La méthode pour former le nom d'une molécule organique est la suivante :

- 1 on identifie la chaîne carbonée principale et les ramifications ;

- 2 on repère le groupe caractéristique et on numérote la chaîne principale afin de donner l'indice de position du premier carbone, le plus petit possible, portant une ramification ;
- 3 on écrit le nom de la molécule organique qui se décompose en trois parties :
 - un **préfixe** : nom du **groupe alkyle** ou de l'**halogène** présent sur la chaîne principale, il est précédé du numéro p de l'atome de carbone qui le porte (il peut y avoir plusieurs préfixes) ;
 - un **racine** : nom de la **chaîne carbonée principale** (la plus longue) correspondant au nombre N d'atomes de carbone ;
 - un **suffixe** : nom de la **famille fonctionnelle** correspondant au nombre d'atomes de carbone, et pouvant être précédé du numéro n de l'atome de carbone qui le porte.
- 4 on compose le nom de la molécule organique ainsi :

p -préfixe-racine- n -suffixe

Famille fonctionnelle	Structure du nom de la molécule : racine, préfixe, suffixe	Exemple
Halogénoalcane	« chloro-racine », « bromo-racine », « fluoro-racine » ou « iodo-racine »	chloropentane  © SCHOOLMOUV
Ester	« racine-oate » de « préfixe-	butanoate d'éthyle

	yle »	 fonction ester
Amine	« racine-amine »	<p>phénylamine ; propane-2-amine</p> <div>   </div>
Amide	« racine-amide »	<p>éthanamide</p>  fonction amide

- 1 Un **halogénoalcane** est nommé selon les règles de nomenclature classiques des alcanes, alcènes ou alcynes, avec le préfixe « **chloro-** », « **bromo-** », « **fluoro-** » et « **iodo-** » suivant la nature de l'halogénoalcane, et sa position.
- 2 Le nom d'un **ester** est composé de deux termes car il possède deux chaînes carbonées. Le premier terme est associé au nom de la chaîne carbonée comportant l'atome de carbone lié aux deux atomes de carbone, auquel on ajoute le suffixe « **-oate** ». Le second terme correspond au **groupe alkyle** lié à

l'atome d'oxygène non engagé dans la double liaison de ce groupe, auquel on ajoute le suffixe « -yle ». Les deux chaînes carbonées sont séparées par la préposition « de ».

- 3 Pour nommer un **amine**, il faut commencer par nommer la chaîne carbonée principale, contenant l'atome de carbone lié à l'atome d'azote, selon les règles de nomenclature classiques des alcanes, alcènes ou alcynes. Le « -e » du nom de la chaîne carbonée est alors remplacé par le suffixe « -amine », puis précédé par le numéro *p* de l'atome qui le porte au nom.
- 4 Pour nommer un **amide**, il faut nommer la chaîne principale contenant l'atome de carbone lié à l'atome d'azote. On remplace ensuite le « -e » du nom de la chaîne principale et on y ajoute « -amide ». Si la chaîne est liée à des groupes alkyles, le nom est précédé de la mention « *p*-préfixe ».



Voici les familles fonctionnelles et leurs suffixes vues en classe de première :

- le nom d'un **alcool** prend le suffixe « -ol » ;
- le nom d'une **cétone** prend le suffixe « -one » ;
- le nom d'un **aldéhyde** prend le suffixe « -al » ;
- un **acide** est désigné par le nom « **acide** » et un adjectif décrivant sa structure portant le suffixe « -oïque ».

c. Isomérisation

Une molécule possédant un groupe fonctionnel possède aussi un ou plusieurs isomères de constitution.



Isomère :

Des molécules dites isomères sont des molécules ayant une formule brute identique mais des formules de semi-développées et topologiques différentes.



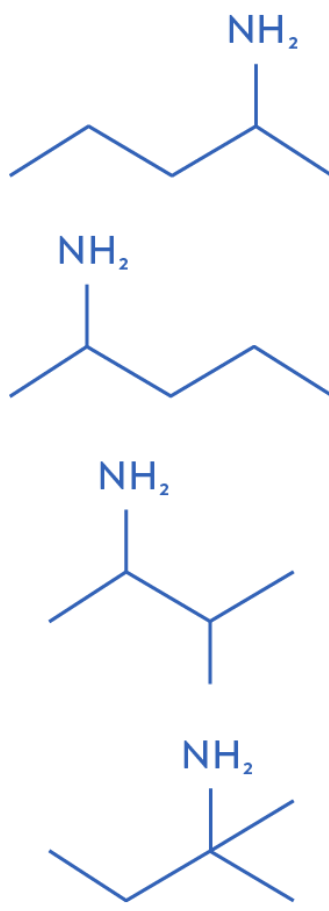
Exemple

- 1 Les esters 1 et 2, de notre exemple, ont la même formule brute mais diffèrent par leur formules semi-développées. Ce sont donc deux isomères de constitution.

ester	formule brute	formule semi-développée	formule topologique	nomenclature
1	$C_7H_{14}O_2$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - CH_2 - CH_3$		pentanoate d'éthyle
2	$C_7H_{14}O_2$	$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\parallel}}{C} - O - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$		propanoate de butyle

© SCHOOLMOUV

- 2 La formule brute $C_5H_{12}N$ donne lieu à plusieurs isomères de constitution dont 4 sont représentés ci-dessous.



© SCHOOLMOUV

3 | Polymères

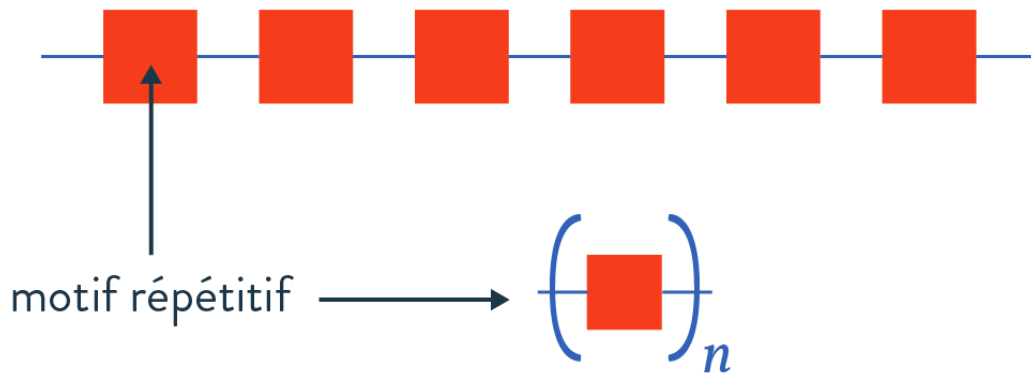
Certaines molécules organiques possédant des groupes fonctionnels sont capables de se lier entre elles ou avec d'autres molécules possédant des groupes fonctionnels différents pour former des **polymères**.



Définition

Polymère :

Un polymère est une macromolécule, de masse molaire très élevée, constituée d'un très grand nombre de motifs répétitifs.



© SCHOOLMOUV

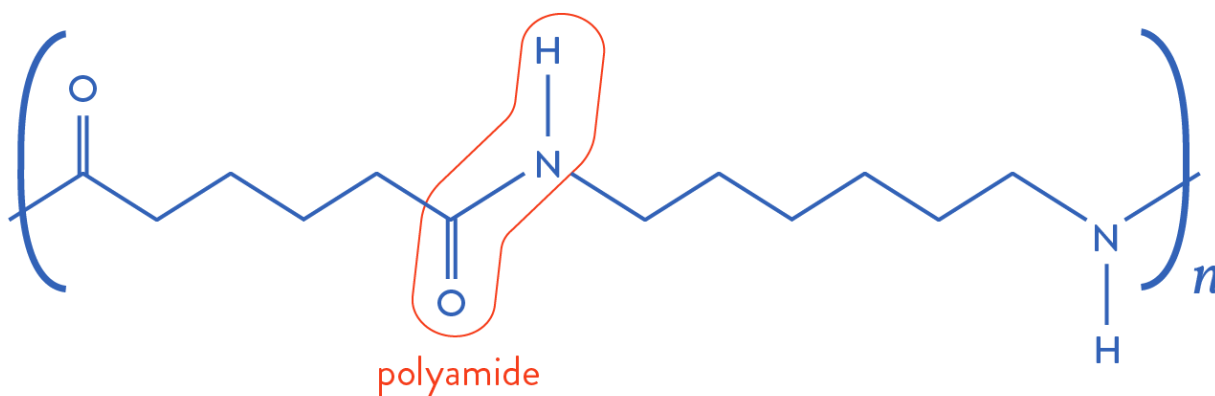
→ Les molécules qui réagissent entre elles ou avec d'autres molécules pour former des polymères sont dites des **monomères**.

Il existe des **polymères naturels** tels que l'amidon ou l'ADN et des **polymères synthétiques** tels que la matière plastique des bouteilles d'eau (polyéthylène téréphtalate ou PET) ou le nylon (polyamide 6-6).



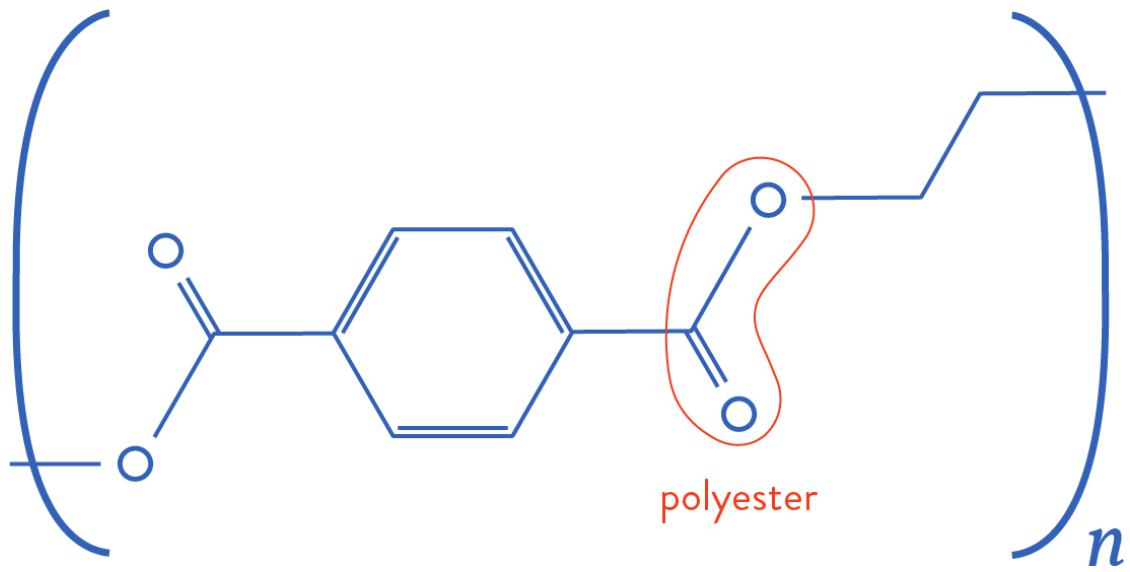
Exemple

- 1 Le nylon 6,6 est un polyamide car le monomère associé possède un groupement fonctionnel amide.



© SCHOOLMOUV

- 2 Le PET est un polyester car le monomère associé possède un groupement fonctionnel ester.



© SCHOOLMOUV

Les polymères sont abondamment utilisés aujourd'hui dans tous les domaines industriels : en chimie alimentaire, en matériaux de construction, en matériaux des emballages ou encore en pharmacologie.