



# 1 Molécules organiques

En général, les molécules de la chimie organique comportent des atomes de **carbone** et d'**hydrogène** et, en nombre réduit, des atomes d'oxygène, d'azote, de chlore, etc.

## ► Formules brute et semi-développée

La **formule brute** (FIG. 1) d'une molécule donne sa composition en précisant par des indices le nombre de chacun des atomes qui la constituent.

Les atomes de **carbone** et d'**hydrogène** sont écrits en premier dans cet ordre, suivis des autres atomes dans l'ordre alphabétique.

**EXEMPLE** La molécule de formule brute  $C_2H_4Cl_2O$  comporte deux atomes de carbone, quatre atomes d'hydrogène, deux atomes de chlore et un seul atome d'oxygène (l'indice 1 n'est pas représenté).

La **formule développée** d'une molécule permet de représenter toutes les liaisons chimiques entre les atomes qui la constituent (FIG. 1). Un atome de carbone forme toujours quatre liaisons ; un atome d'hydrogène toujours une.

Dans la **formule semi-développée** d'une molécule, les liaisons mettant en jeu l'atome d'hydrogène ne figurent pas (FIG. 1).

## ► Squelette carboné saturé

Les atomes de carbone sont liés les uns aux autres pour former des **chaînes carbonées**, qui peuvent être **linéaires**, **ramifiées** ou **cycliques** (FIG. 2).

Ces chaînes constituent le **squelette carboné** des molécules organiques.

Le squelette d'une molécule est **saturé** si toutes les liaisons chimiques entre atomes de carbone sont des **liaisons simples**.

## ► Nomenclature

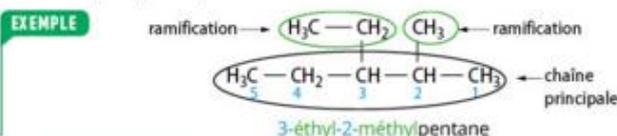
La **nomenclature systématique** permet d'associer à une molécule un nom reconnu par tous.

Le nom des molécules organiques dérive de celui des **alcane**s, de formule générale  $C_nH_{2n+2}$ .

Le nom d'un **alcane linéaire** prend la terminaison **-ane**. Un **préfixe** indique le nombre d'atomes de carbone dans la chaîne carbonée (FIG. 3).

Pour un **alcane ramifié**, le nom est donné par la chaîne carbonée la plus longue, appelée **chaîne principale**, précédé de la position sur cette chaîne et du nom des **ramifications**. Ces ramifications sont des **groupes alkyles** de formule  $C_nH_{2n+1}$  (FIG. 3) (FICHE MÉTHODE ► p. 416).

Les groupes alkyles sont nommés par ordre alphabétique. La chaîne est numérotée afin que les indices des atomes de carbone porteurs d'une ramification soient les plus petits possibles.



Formule brute	$C_2H_6O$
Formule développée	$\begin{array}{c} H & H \\   &   \\ H - C - & C - O - H \\   &   \\ H & H \end{array}$
Formule semi-développée	$H_3C - CH_2 - OH$

FIG. 1 Formules d'une molécule organique.

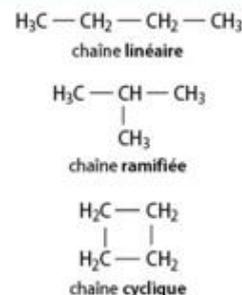


FIG. 2 Types de chaînes carbonées.

Nombre d'atomes de carbone	Alcane	Groupes alkyles
1	$CH_4$ méthane	$-CH_3$ méthyle
2	$C_2H_6$ éthane	$-C_2H_5$ éthyle
3	$C_3H_8$ propane	$-C_3H_7$ propyle
4	$C_4H_{10}$ butane	$-C_4H_9$ butyle
5	$C_5H_{12}$ pentane	$-C_5H_{11}$ pentyle

FIG. 3 Nomenclature des premiers alcane et des groupes alkyles correspondants.



### ► Modélisation

Des **modèles moléculaires** ou des **logiciels** permettent de représenter les molécules afin de visualiser l'arrangement en **trois dimensions** des atomes qui les constituent (FIG. 4). Ces représentations sont fondées sur un **code de couleurs et de formes**. Les atomes sont généralement représentés par des **sphères colorées** (FIG. 5).

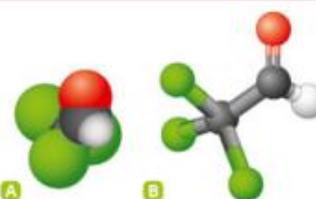


FIG. 4 Modèles compact A et éclaté B d'une molécule organique de formule brute  $C_2HCl_3O$ .

## 2 Groupes caractéristiques et familles de composés

Un **groupe d'atomes caractéristique** présent sur une molécule définit son appartenance à une **famille de composés**.

Ce groupe confère des **propriétés particulières** aux molécules d'une même famille. On dit qu'il est associé à une **fonction chimique**.

La nomenclature des molécules comportant un groupe caractéristique dérive de celle des alcanes. Une **terminaison spécifique** remplace le suffixe -ane du nom de l'alcane correspondant (FICHE MÉTHODE ► p. 416).

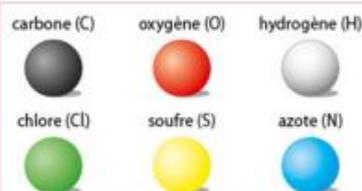


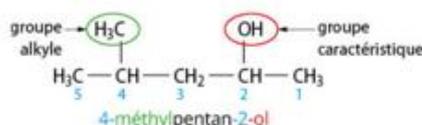
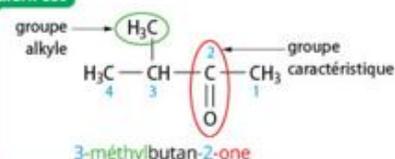
FIG. 5 Code de couleurs des atomes.

Formule et nom du groupe caractéristique	Nom de la famille (ou fonction)	Terminaison	Exemple	Commentaire
hydroxyle	alcool	-ol	$H_3C-CH(OH)-CH_2-CH_3$ butan-2-ol	Le carbone fonctionnel, qui porte le groupe caractéristique, est repéré par un indice le plus petit possible.
carbonyle	aldéhyde	-al	$H_3C-CH_2-CHO$ propanal	Le groupe carbonyle est toujours situé à l'extrémité de la chaîne carbonée.
	cétone	-one	$H_3C-CO-CH_2-CH_3$ butanone	Le groupe carbonyle est toujours lié à deux atomes de carbone.
carboxyle	acide carboxylique	-oïque	$HC(=O)OH$ acide méthanoïque	Le nom d'un acide carboxylique est précédé du mot « acide ».

Les aldéhydes et les cétones sont appelés « **composés carbonylés** ».

La chaîne carbonée est numérotée afin que l'atome de carbone fonctionnel porte l'indice le plus petit possible.

#### EXEMPLES



#### VOCABULAIRE

**Carbone fonctionnel** : l'atome de carbone qui porte le groupe caractéristique.



### 3 Spectroscopie infrarouge

La **spectroscopie infrarouge** (IR) est une technique d'analyse d'échantillons et d'identification d'espèces chimiques.

#### ► Principe

Pour analyser un échantillon (solide, liquide ou gazeux), on le fait traverser par des radiations de longueur d'onde  $\lambda$ , variant de  $2,5 \times 10^{-4}$  cm à  $2,5 \times 10^{-3}$  cm (domaine de l'infrarouge).

Selon leur constitution, les molécules absorbent certaines des radiations incidentes et subissent alors des **mouvements de vibration internes** (FIG. 6).

Lorsqu'une radiation infrarouge traverse des molécules, certaines liaisons entre atomes absorbent de l'énergie. Dans ce cas, l'**intensité lumineuse** de la radiation au sortir de l'échantillon est plus faible qu'à son entrée (FIG. 7). La longueur d'onde à laquelle est absorbée une radiation dépend de l'environnement du groupe d'atomes considéré.

#### ► Allure d'un spectre

Pour chaque longueur d'onde, on détermine le rapport  $T$  de l'intensité lumineuse  $I$  de la radiation transmise à l'intensité lumineuse  $I_0$  de la radiation incidente, noté  $T = \frac{I}{I_0}$  (FIG. 7 A).

Le rapport  $T$  est la **transmittance** (exprimée en %) d'un échantillon.

**EXEMPLE** Pour  $I_0 = 1$  et  $I = 1$ , on a  $T = 1$ , soit  $T = 100$  %.  
Pour  $I_0 = 1$  et  $I = 0,5$ , on a  $T = 0,5$ , soit  $T = 50$  %.

On obtient un graphique appelé « **spectre infrarouge** » ou « **spectre IR** ». Il représente généralement la **transmittance  $T$**  en fonction du **nombre d'onde  $\tilde{\nu}$** , qui est l'inverse de la longueur d'onde :

$$\text{nombre d'onde (en cm}^{-1}\text{)} \rightarrow \tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} \leftarrow \text{longueur d'onde (en cm)}$$

Pour  $\lambda$  variant de  $2,5 \times 10^{-4}$  cm à  $2,5 \times 10^{-3}$  cm,  $\tilde{\nu}$  s'étend de  $4\,000$   $\text{cm}^{-1}$  à  $400$   $\text{cm}^{-1}$ . Un « creux » de transmittance équivaut à un « pic » ou à une « bande » d'absorbance.

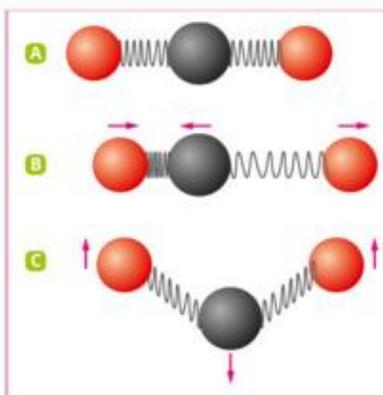
#### ► Bandes caractéristiques

Certains groupes d'atomes donnent des **bandes caractéristiques**, dont la position dépend peu du reste de la molécule.

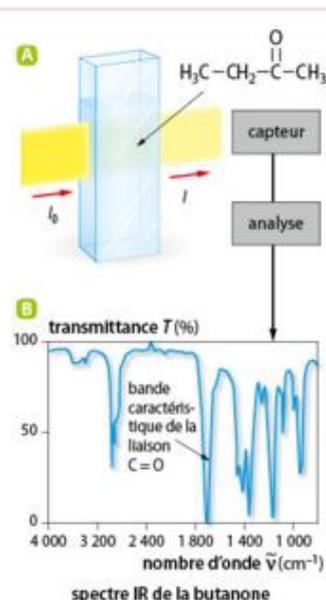
**Au-dessus de  $1\,200$   $\text{cm}^{-1}$** , la spectroscopie IR renseigne sur les **groupes d'atomes caractéristiques** d'une molécule (voir table sur le rabat V du manuel).

**EXEMPLE** La bande caractéristique du groupe carbonyle  $\text{C}=\text{O}$  est située autour de  $1\,700$   $\text{cm}^{-1}$  (FIG. 7 B).

**Au-dessous de  $1\,200$   $\text{cm}^{-1}$** , la « zone des empreintes digitales » est plus difficilement exploitable ; elle permet d'identifier une molécule en comparant son spectre IR à ceux enregistrés dans une banque de données.



**FIG. 6** Une molécule de  $\text{CO}_2$  au repos **A**. La voici par exemple en mouvement d'élongation antisymétrique **B**, ou en mouvement de déformation dans le plan **C**.



**FIG. 7** Principe de la spectroscopie infrarouge.

# L'ESSENTIEL À RETENIR

- Le vocabulaire à retenir
- La relation à connaître et savoir utiliser

## 1 Molécules organiques

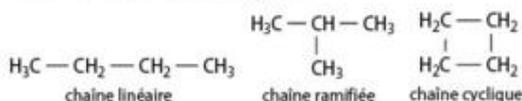
Les molécules organiques comportent des atomes de **carbone** et d'**hydrogène** et, en nombre réduit, des atomes d'**oxygène**, d'**azote**, de **chlore**...

La **formule brute** **A** d'une molécule donne sa composition. Dans la **formule semi-développée** **B**, on représente les liaisons entre les atomes, hormis celles mettant en jeu l'atome d'hydrogène.



Les **chaînes carbonées** constituent le **squelette carboné** des composés organiques. Celui-ci est **saturé** si toutes les liaisons chimiques entre atomes de carbone sont des **liaisons simples**.

Les chaînes sont de trois types :



Le **nom des molécules organiques** dérive de celui des alcanes (**FICHE MÉTHODE** ► p. 416) :

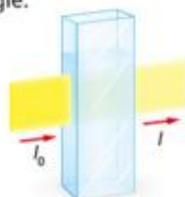
Formule brute	$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$C_5H_{12}$
Nom	méthane	éthane	propane	butane	pentane

## 3 Spectroscopie infrarouge

La **spectroscopie infrarouge** (IR) est une technique d'analyse d'échantillons et d'identification d'espèces chimiques.

Quand une **radiation infrarouge** de longueur d'onde  $\lambda$  traverse un échantillon, certaines liaisons entre atomes absorbent de l'énergie.

La **transmittance** **T** d'un échantillon est le rapport de l'intensité  $I$  de la radiation transmise à l'intensité de la radiation incidente  $I_0$ .



En spectroscopie IR, on utilise comme grandeur l'inverse de la longueur d'onde, appelé **nombre d'onde** :

nombre d'onde (en  $cm^{-1}$ )  $\rightarrow \tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda}$   $\leftarrow$  longueur d'onde (en  $cm$ )

## 2 Groupes caractéristiques et familles de composés

Un **groupe d'atomes caractéristique** définit une **famille de composés**.

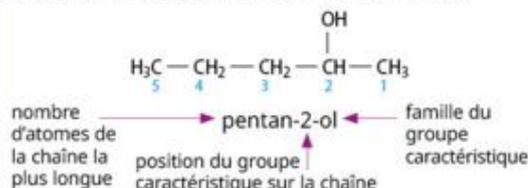
Groupe caractéristique	hydroxyle	carbonyle	carboxyle
Représentation			
Famille	alcools	aldéhydes, cétones	acides carboxyliques

Le nom de chaque famille de composés est identifiable grâce à sa **terminaison** :

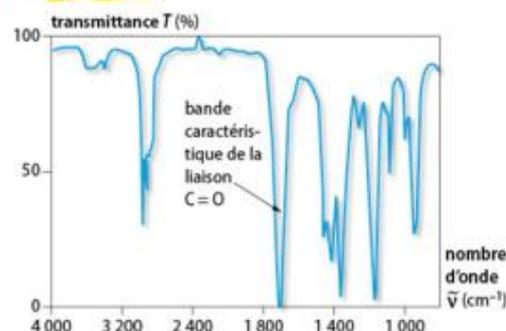
Famille	alcools	aldéhydes	cétones	acides carboxyliques
Terminaison	-ol	-al	-one	-oïque

Le nom d'un acide carboxylique est précédé du mot « acide ».

Exemple d'un composé de la famille des alcools :



Un **spectre IR** présente l'allure suivante :



Les **positions des bandes** permettent de repérer les **groupes caractéristiques** d'une molécule.

