

1 Les familles de composés organiques

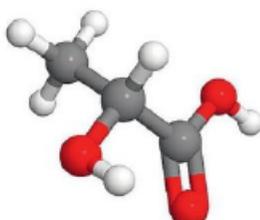
a. Modélisation des molécules

On peut modéliser une molécule de plusieurs façons.

Pour écrire une **formule brute**, on écrit les symboles des éléments présents dans la molécule, en précisant en indice le nombre d'atomes de chaque élément. L'indice 1 n'est jamais spécifié.

- Dans un **modèle moléculaire**, chaque atome est modélisé par une boule de taille et de couleur déterminées.
- La **formule brute** indique la nature et le nombre des atomes de la molécule.
- Dans une **formule semi-développée**, les liaisons sont représentées par des tirets entre les symboles des atomes excepté celles engagées par les atomes d'hydrogène.

Exemple : Trois modèles d'une molécule d'acide lactique

Modèle moléculaire	Formule brute
	$C_3H_6O_3$
	Formule semi-développée
	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{OH} \\ \quad \quad \quad \\ \text{OH} \quad \quad \quad \text{O} \end{array} $

b. Groupes caractéristiques et familles de composés

Dans une molécule, un **groupe caractéristique** est un groupement spécifique d'atomes qui ne contient pas uniquement des atomes de carbone C et d'hydrogène H.

L'étude des propriétés physico-chimiques des molécules amène à définir des **familles de composés** qui s'identifient par la présence d'un **groupe caractéristique** :

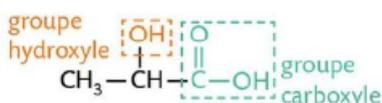
Groupe caractéristique*	Famille de composés	Formule générale
$ \begin{array}{c} \boxed{-\text{OH}} \\ \text{hydroxyle} \end{array} $	Alcool	$R - \text{OH}$
$ \begin{array}{c} \boxed{\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}} \\ \text{carbonyle} \end{array} $	Aldéhyde	$\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H} \text{ ou } \text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{H}$
	Cétone	$\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{R}'$
$ \begin{array}{c} \boxed{\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}} \\ \text{carboxyle} \end{array} $	Acide carboxylique	$\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}$

*Ces groupes ne peuvent être liés directement qu'à des atomes d'hydrogène H ou à des atomes de carbone C non liés à des atomes autres que l'hydrogène H ou le carbone C.

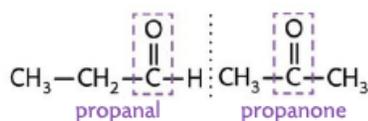
Exemple : L'acide lactique contient un groupe **hydroxyle** et un groupe **carboxyle**
A La propanone et le propanal contiennent un groupe **carbonyle** mais chacune de ces molécules appartient à une famille différente de composés organiques (doc. **A**).

R n'est pas le symbole d'un atome mais désigne un groupe dit hydrocarboné constitué d'atomes de carbone C et d'hydrogène H.

A Différents groupes caractéristiques



> L'acide lactique possède un groupe hydroxyle et un groupe carboxyle.



> Le propanal est un aldéhyde, la propanone une cétone.

2 Le nom et la formule semi-développée

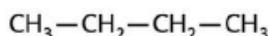
- Une molécule organique comporte un enchaînement d'atomes de carbone. Cet enchaînement est appelé « chaîne carbonée ». Cette chaîne peut être linéaire, ramifiée ou cyclique (doc. **B**).
- Chaque molécule organique possède un nom qui donne des informations sur sa chaîne carbonée et la famille de composés à laquelle elle appartient.

Le nom des molécules organiques oxygénées est de la forme :

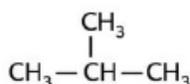
préfixe – racine – suffixe

B Squelette carboné

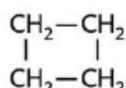
- Butane :



- 2-méthylpropane :



- Cyclobutane :



> La chaîne carbonée du butane est **linéaire**, tandis que celle du 2-méthylpropane est **ramifiée** et celle du cyclobutane est **cyclique**.

a. Le suffixe

Le **suffixe** indique la famille de composés à laquelle appartient l'espèce chimique.

Famille de composés	alcool*	aldéhyde	cétone	acide carboxylique
Suffixe	ol	al	one	oïque**

* Dans un alcool, l'atome de carbone lié au groupe hydroxyle doit former 4 liaisons simples.

** Pour les acides carboxyliques, le nom de la molécule commence par le mot acide.

Exemple

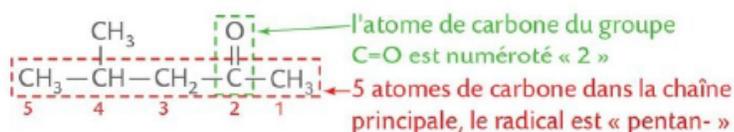


b. La racine

- La **racine** indique le nombre d'atomes de carbone C dans la chaîne principale (doc. **C**).

- L'atome de **carbone fonctionnel** est celui qui appartient au groupe caractéristique (carbonyle, carboxyle) ou qui est lié au groupe hydroxyle.
- La **chaîne principale** est la chaîne carbonée qui comporte le plus grand nombre d'atomes de carbone ainsi que l'atome de carbone fonctionnel. Elle est numérotée de sorte que le numéro de l'atome de carbone fonctionnel soit le plus petit possible.

Exemple

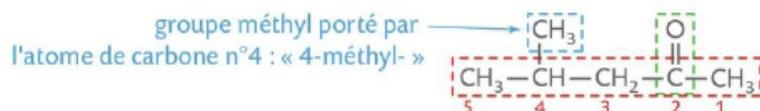


c. Le préfixe

Un préfixe apparaît dans le nom si la chaîne principale est ramifiée par un ou plusieurs groupe(s) hydrocarboné(s) appelé(s) groupe(s) alkyle(s) (doc. **D**).

Le **préfixe** indique la position et la nature du groupe alkyle.

Exemple



Nom : **4-méthylpentan-2-one**

C Racine du nom

Nombre d'atomes de carbone	Racine
1	méthan-
2	éthan-
3	propan-
4	butan-
5	pentan-
6	hexan-
7	heptan-
8	octan-

D Groupes alkyles

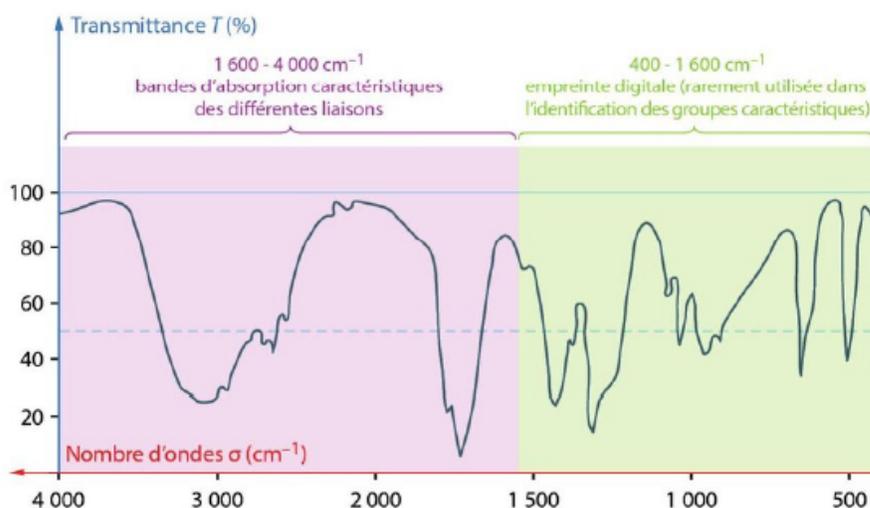
Groupe alkyle	Nom du groupe alkyle
-CH ₃	méthyl-
-CH ₂ -CH ₃	éthyl-
-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	propyl-
-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	butyl-

3 La spectroscopie infrarouge

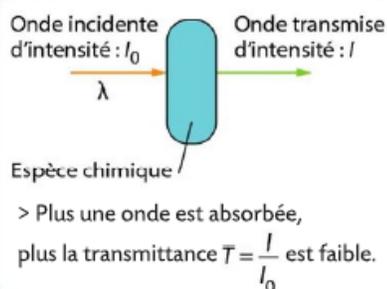
a. Le spectre infrarouge

- Un **spectre infrarouge** (IR) est un graphe présentant :
 - en abscisse : le **nombre d'ondes** σ en cm^{-1} . Le nombre d'ondes est relié à la longueur d'onde λ par la relation $\sigma = \frac{1}{\lambda}$.
 - en ordonnée : la **transmittance** T en pourcent (doc. E).

- Allure d'un spectre infrarouge :



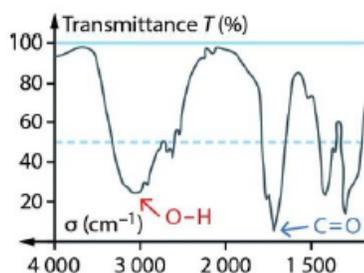
E Transmittance T



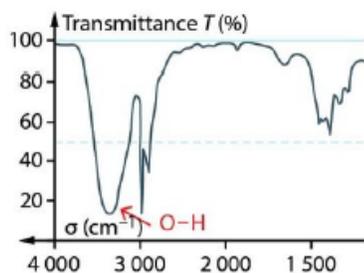
Dans un spectre infrarouge, la zone d'identification des groupes caractéristiques correspond à :
 $\sigma \cdot 1\,600\text{ cm}^{-1}$

F Groupes hydroxyle et carboxyle

- Groupe carboxyle :



- Groupe hydroxyle :



> Le groupe carboxyle se distingue du groupe hydroxyle car il possède deux bandes de vibration caractéristiques de deux liaisons (O-H et C=O).

b. Bandes d'absorption caractéristiques

Chaque bande d'absorption du spectre infrarouge est associée à la vibration d'une liaison.

Le nombre d'ondes σ de la vibration absorbée permet de reconnaître la présence de liaisons (C=O, O-H, etc.) dans la molécule. L'**identification de groupes caractéristiques** est ainsi possible.

La table ci-dessous donne les intervalles des nombres d'ondes et l'allure des bandes d'absorption pour différents types de liaison.

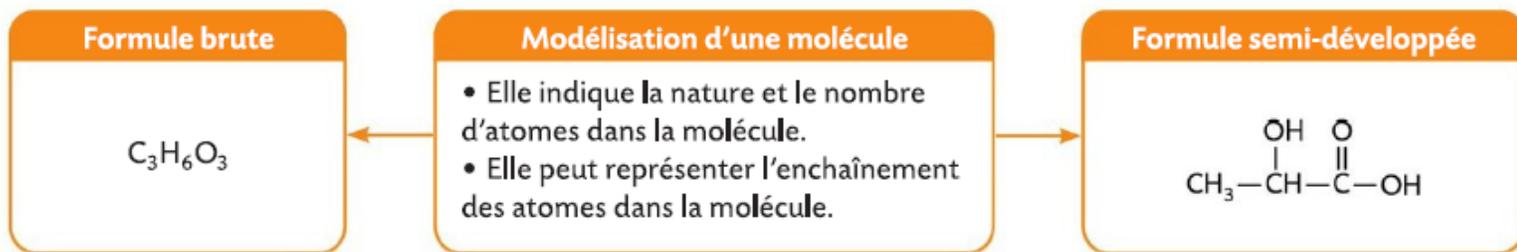
Liaison	O—H alcool	O—H acide carboxylique	C=O
σ (cm^{-1})	3 200-3 400 Bande forte et large*	2 600-3 200 Bande forte et très large*	1 700-1 760 Bande forte et fine*

* On dit qu'une bande est « forte » lorsque la transmittance est faible, une bande est « large » si elle s'étale sur un intervalle de nombre d'ondes important.

Exemple : Un groupe carboxyle est identifié par la présence de deux bandes de vibration caractéristiques contrairement à un groupe hydroxyle qui est identifié par une seule bande. Cela permet de les différencier (doc. F).



1 Les familles de composés organiques



Groupes caractéristiques et familles de composés

Groupe caractéristique	Hydroxyle	Carbonyle		Carboxyle
Structure	$-\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}- \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$
Famille de composés	Alcool	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ ou $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ Aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{R}' \end{array}$ Cétone	Acide carboxylique

R et R' représentent des composés hydrocarbonés

2 Le nom et la formule semi-développée

indique la nature et la position des substituants

préfixe - racine - suffixe

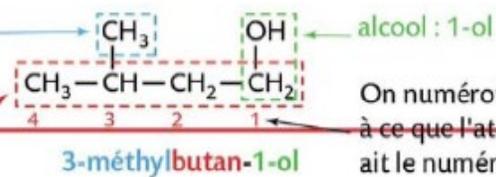
désigne la famille de composés

donne le nombre d'atomes de carbone dans la chaîne principale

Exemple :

1 groupe méthyl comme substituant sur l'atome de carbone n° 3 : « 3-méthyl- »

4 atomes de carbone dans la chaîne principale : « butan- »

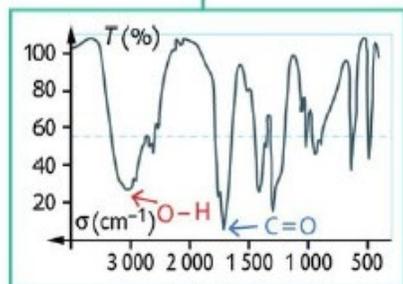


alcool : 1-ol

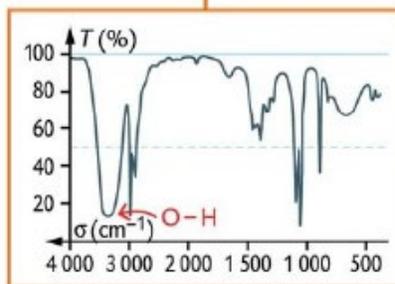
On numérote de façon à ce que l'atome de carbone fonctionnel ait le numéro le plus petit

3 La spectroscopie infrarouge

Groupe carboxyle $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$



Groupe hydroxyle $-\text{OH}$



Groupe carbonyle $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}- \end{array}$

