

# Chapitre 8 : Structure des entités organiques

- Savoir écrire les formules brute et semi-développée d'une molécule à partir d'un modèle moléculaire
- Connaître et savoir identifier les groupes caractéristiques d'une molécule
- Savoir nommer une molécule à partir de sa formule semi-développée et inversement
- Savoir identifier les groupes caractéristiques d'une molécule grâce à l'analyse d'un spectre IR



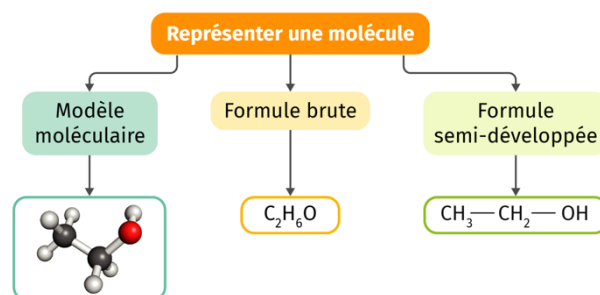
## I. Description des entités organiques

### 1) Différentes formules

Une molécule organique est une molécule constituée d'une chaîne carbonée sur laquelle sont fixées d'autres atomes ou groupes d'atomes. C'est un assemblage d'atomes, elle est donc électriquement neutre.

On peut représenter les molécules de différentes façons :

- La **formule brute** : elle indique la nature des atomes qui la constituent et le nombre de chacun de ces atomes. Ce nombre est précisé en indice, à droite du symbole des atomes.
- La **formule semi-développée** : elle renseigne sur l'enchaînement des atomes les uns aux autres par des liaisons. Les liaisons établies avec les atomes d'hydrogène ne sont pas représentées.



On appelle **squelette carboné** l'enchaînement des atomes de carbone d'une molécule. Lorsqu'il ne présente pas de double ou de triple liaison carbone-carbone, et qu'il ne se referme pas sur lui-même pour former un cycle, le squelette carboné est dit **saturé**.

Une chaîne carbonée est dite **ramifiée** si au moins un des atomes de carbone de la chaîne principale est relié à plus de 2 atomes de carbone.

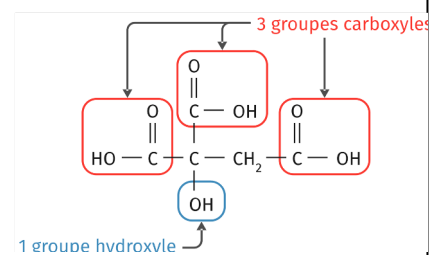
### 2) Les groupes caractéristiques

Dans une molécule, la présence de certains groupes d'atomes, nommés **groupes caractéristiques**, nous permet de classer les molécules dans des familles. Les molécules d'une même famille possèdent des propriétés physiques et chimiques similaires.

Famille	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique
Nom du groupe	Hydroxyle	Carbonyle		Carboxyle
Représentation du groupe	$\begin{array}{c}   \\ -C-OH \\   \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -CH \\ \text{En fin de chaîne} \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C- \\ \text{Dans la chaîne} \end{array}$	$\begin{array}{c} O \\    \\ -C-OH \\ \text{En fin de chaîne} \end{array}$

Une molécule peut posséder plusieurs groupes caractéristiques, on dit alors qu'elle est **polyfonctionnelle**.

Exemple : l'acide citrique (dans le citron)



### 3) Nommer les molécules

La nomenclature systématique (IUPAC) permet d'associer à une molécule un nom reconnu par tous. Il se compose d'une **racine** (ou préfixe), indiquant le nombre d'atomes de carbone de la chaîne carbonée la plus longue (appelée chaîne principale) et d'une **terminaison** (ou suffixe).

Les préfixes utilisés dans la nomenclature de chimie organique :

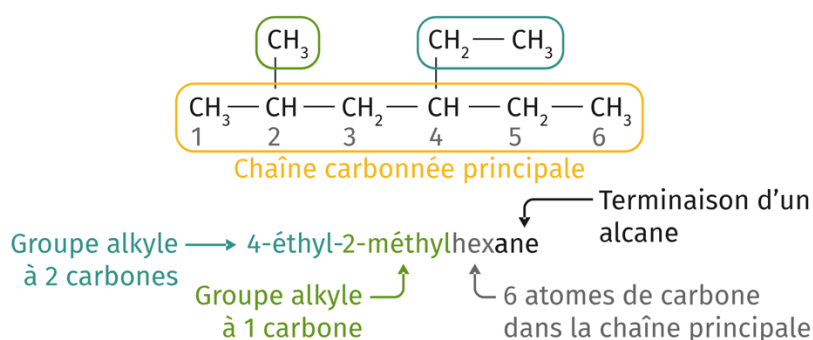
Nombre d'atomes de carbone de la chaîne carbonée	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Préfixe associé	Méth-	Eth-	Prop-	But-	Pent-	Hex-	Hept-	Oct-	Non-	Dec-

Une chaîne est dite **ramifiée** si au moins un des atomes de carbone de la chaîne linéaire est relié à plus de deux atomes de carbone. Les groupes qui forment la ramification sont appelés groupes alkyles.

Dans le cas d'un alcane ramifié, il faut repérer la chaîne carbonée principale qui est la chaîne carbonée la plus longue. On numérote ensuite cette chaîne carbonée et on rajoute le nom des ramifications (groupes alkyles).

On numérote la chaîne carbonée de manière à ce que les groupes caractéristiques puis les ramifications alkyles portent le plus petit numéro. On nomme les groupes alkyles par ordre alphabétique et on les précède de leur numéro de position.

Exemple de nomenclature d'un alcane ramifié :



Pour nommer une molécule, on procède en 3 étapes :

- Recherche de la chaîne carbonée la plus longue
- Recherche du groupe fonctionnel
- Recherche de possibles ramifications

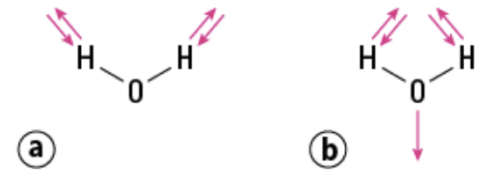
### Tableau récapitulatif des familles à connaître

Famille	Groupe caractéristique	Exemple	Nom IUPAC
Alcane	aucun		3-éthyl-6-méthyl <b>octane</b>
Cétone	$\text{C}=\text{O}$		Pentan- <b>2-one</b>
Aldéhyde	$\text{H}-\text{C}=\text{O}$		<b>Butanal</b>
Acide carboxylique	$\text{-C}(=\text{O})\text{OH}$		Acide <b>butanoïque</b>
Alcool	$\text{-C}-\text{OH}$		<b>2-méthylpropan-2-ol</b>

## II. La spectroscopie infrarouge

### 1) Principe

Les molécules subissent des mouvements de vibration internes. Il existe des vibrations *d'élongation* (a) et des vibrations de *déformation* (b). Quand une lumière IR traverse un échantillon (solide, liquide ou gazeux), certaines liaisons **absorbent** de l'énergie pour changer de fréquence de vibration, faisant apparaître des **bandes caractéristiques** dans le spectre.



### 2) Le spectre infrarouge d'une molécule

En spectroscopie IR, on utilise par convention l'inverse de la longueur d'onde, appelé nombre d'onde :

$$\sigma = \frac{1}{\lambda}$$

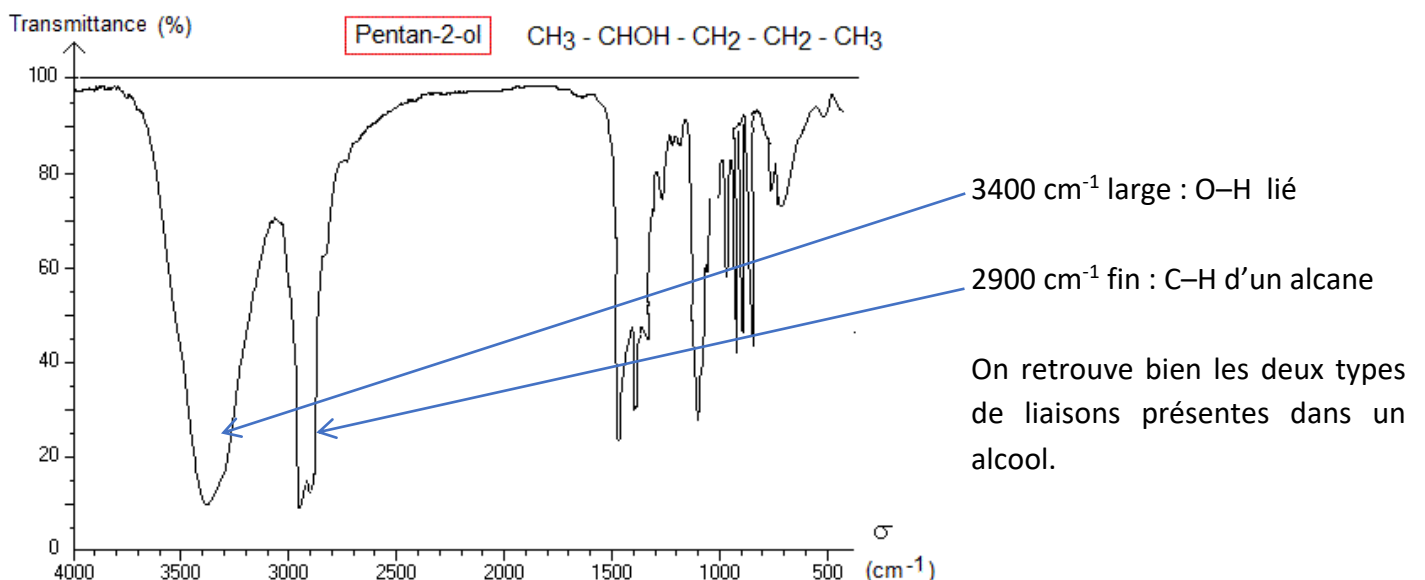
La transmittance T (exprimée en %) d'une solution est le rapport de l'intensité de la radiation transmise et de l'intensité incidente. Un spectre IR représente la **transmittance T (en %)** en fonction du **nombre d'onde  $\sigma$**  (en  $\text{cm}^{-1}$ ). Un « creux » de transmittance est ainsi équivalent à un « pic » d'absorbance.

Un spectre IR est constitué de 2 parties :

- 1)  **$4000 > \sigma > 1400 \text{ cm}^{-1}$**  : bandes caractéristiques des liaisons O-H ; N-H ; C-H ; C=O et C=N :
- 2)  **$1400 > \sigma > 500 \text{ cm}^{-1}$**  : partie plus complexe, propre au composé donné, on l'appelle « *empreinte digitale* »



Exemple : Spectre infrarouge du pentan-2-ol



### 3) Déterminer des groupes caractéristiques

Pour analyser un spectre IR, il faut dans l'ordre :

- ⇒ repérer les liaisons chimiques grâce à leurs nombres d'onde ;
- ⇒ rechercher les groupes caractéristiques possédant ces liaisons ; en effet certaines liaisons appartiennent à plusieurs groupes ;
- ⇒ vérifier que toutes les bandes caractéristiques des groupes retenus sont présentes dans le spectre ;
- ⇒ utiliser éventuellement les valeurs précises des nombres d'onde pour départager 2 groupes.
- ⇒ Si plusieurs conclusions sont possibles, il faut croiser les informations issues d'autres spectroscopie

### 4) Cas de la liaison O-H (liaisons hydrogènes)

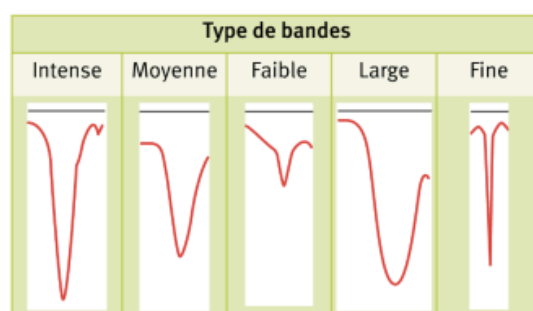
Un spectre IR permet de détecter des liaisons hydrogène impliquant des alcools. En leur présence, l'absorption des liaisons O-H donne une bande large entre 3 200 et 3 400  $\text{cm}^{-1}$  au lieu d'une bande étroite entre 3 580 et 3 670  $\text{cm}^{-1}$ . La bande large correspond à la liaison O-H (appelée OH lié ou associé) alors que la bande étroite correspond à la liaison notée OH libre. La bande large est d'autant plus intense que le nombre de liaisons hydrogène est important.

### Tables de spectroscopie IR

Liaison	Gamme de nombre d'onde ( $\text{cm}^{-1}$ )	Forme de la bande
O-H alcool libre*	3 590-3 650	Moyenne et fine
O-H alcool lié**	3 200-3 600	Intense/moyenne et large
N-H amine	3 300-3 500	Moyenne
N-H amide	3 100-3 500	Intense
C-H alcène et aromatique	3 030-3 100	Moyenne
C-H alcane	2 850-2 970	Moyenne
C-H aldéhyde	2 700-2 900	Moyenne
O-H acide carboxylique	2 500-3 200	Intense et large
C=O ester	1 735-1 750	Intense
C=O aldéhyde et cétone	1 700-1 740	Intense
C=O acide carboxylique	1 700-1 725	Intense
C=O amide	1 650-1 700	Intense
C=C alcène	1 620-1 690	Moyenne
C=C aromatique	1 450-1 600	Moyenne
N-H amine ou amide	1 560-1 640	Moyenne
C-O-C	1 050-1 300	Intense

\* En absence de liaison hydrogène

\*\* En présence de liaison hydrogène



Ex : 7, 10, 12, 21, 24, 27 p 161 → 168

Ex supplémentaires : 11, (13, 14 ou 15), 18, 23, 25, 28 p 162 → 168

Tu veux réviser la nomenclature IUPAC en musique ?



C'est par là !