

Cours

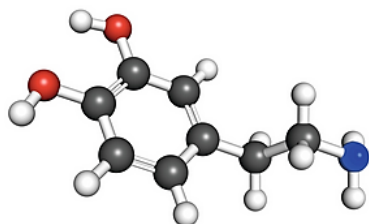
STRUCTURES DES ENTITES ORGANIQUES

I. LA STRUCTURE DES MOLECULES

1. Qu'est-ce qu'une molécule organique ?

On considère qu'une molécule est organique si elle compte des atomes de **carbone** et **d'hydrogène** liés entre eux et éventuellement d'autres atomes (O, N, Cl, etc...)

Exemple : la dopamine



Dopamine : molécule organique qui constitue l'hormone du plaisir. Les molécules organiques ont pour base un squelette d'atomes de carbone et d'hydrogène mais elles peuvent être composées de nombreux autres atomes.

2. Modélisation des molécules

On peut modéliser une molécule de plusieurs façons

- Dans un modèle moléculaire, chaque atome est modélisé par une sphère de taille et de couleur différente
- 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**


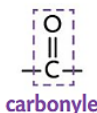
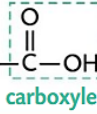
Exemple : trois représentations d'une molécule d'acide lactique

Modèle moléculaire	Formule brute
	$C_3H_6O_3$
	Formule semi-développée
	$ \begin{array}{c} CH_3 - CH - C - OH \\ \quad \quad \\ OH \quad \quad O \end{array} $

3. 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

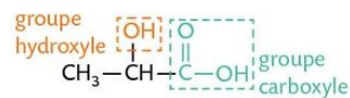
L'étude des propriétés physico-chimiques des molécules amène à définir des familles de composés qui s'identifient par la présence d'un groupe caractéristique :

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

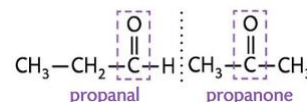
*Ces groupes ne peuvent être liés directement qu'à des atomes d'hydrogène H ou à des atomes de carbone C non liés à des atomes autres que l'hydrogène H ou le carbone C.

Exemples :

- L'acide lactique contient un groupe hydroxyle et un groupe carboxyle



- La propanone et le propanal contiennent un groupe carbonyle mais chacune de ces molécules appartient à une famille différente de composés organiques. Le propanal est un aldéhyde et la propanone est une cétone



4. Diversité des chaînes carbonées

On appelle chaîne carbonée (ou squelette carboné) l'enchaînement des atomes de carbone qui constituent une molécule organique.

Une molécule qui possède :

- Au moins un atome de carbone lié à trois autres atomes de carbone est dite à chaîne **ramifiée**
- Sinon elle est dite à chaîne **linéaire**

Une molécule dont la chaîne carbonée :

- Ne se referme pas sur elle-même est dite **ouverte**
- Se referme sur elle-même est dite **cyclique**

II. NOMMER UNE CHAÎNE CARBONÉE

Une molécule organique possède un enchaînement d'atomes de carbone qui constitue son squelette appelé **chaîne carbonée**. Une chaîne carbonée possédant uniquement des liaisons C-C et C-H est appelée **alcane**

Un alcane est constitué d'atomes de carbone et d'hydrogène dont les atomes de carbone ne font que des liaisons simples. Un alcane a pour formule brute $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. La chaîne carbonée est ouverte, elle peut être **linéaire** ou **ramifiée**

1. Nomenclature des alcanes à chaîne linéaire (sans ramification)

Le nom d'un alcane linéaire est constitué d'un **préfixe** qui indique le nombre d'atome de carbone de la chaîne suivi de la terminaison **-ane**

n	Préfixe	Nom de l'alcane à chaîne linéaire	Formule brute	Formule semi-développée
1	méth-	méthane	CH ₄	CH ₄
2	éth-	éthane	C ₂ H ₆	CH ₃ – CH ₃
3	prop-	propane	C ₃ H ₈	CH ₃ – CH ₂ – CH ₃
4	but-	butane	C ₄ H ₁₀	CH ₃ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₃
5	pent-	pentane	C ₅ H ₁₂	CH ₃ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₃
6	hex-	hexane	C ₆ H ₁₄	CH ₃ – (CH ₂) ₄ – CH ₃
7	hep-	heptane	C ₇ H ₁₆	CH ₃ – (CH ₂) ₅ – CH ₃
8	oct-	octane	C ₈ H ₁₈	CH ₃ – (CH ₂) ₆ – CH ₃

2. Nomenclature des alcanes à 1 chaîne ramifiée

Définition : On appelle « groupe alkyle » un groupe obtenu en enlevant un atome d'hydrogène à un alcane (formule générale d'un groupe alkyle : -C_nH_{2n+1})

Exemples :

-CH₃ : groupe méthyle

-CH₂-CH₃ : groupe éthyle

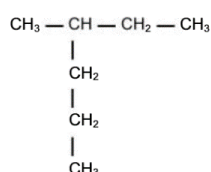
-CH₂-CH₂-CH₃ : groupe propyle

-CH₂-CH₂-CH₂-CH₃ : groupe butyle

Règles de nomenclature des alcanes à une chaîne ramifiée :

- Déterminer la chaîne carbonée la plus longue (chaîne principale). Elle donne le nom de base de l'alcane.
- Numéroter cette chaîne à partir d'une extrémité de sorte que l'indice du carbone porteur de la ramification soit le plus petit possible
- Nommer le groupe substituant : n-alkyl, où n est la position du groupement sur la chaîne carbonée

Exemple :



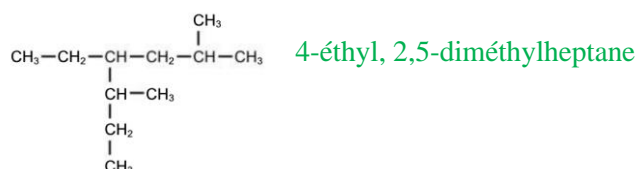
3-méthylhexane

3. Nomenclature des alcanes à plusieurs chaînes ramifiées

Règles de nomenclature des alcanes à plusieurs chaînes ramifiées :

- Déterminer la chaîne carbonée la plus longue (chaîne principale). Elle donne le nom de base de l'alcane.
- Numéroter cette chaîne de sorte que le premier substituant rencontré possède l'indice le plus petit. En cas d'égalité d'indice dans les deux sens du parcours de la chaîne, on compare le second substituant, etc...
- Dans le cas où on a plusieurs substituants identiques, on utilise les préfixes di, tri, tétra, etc...
- Les substituants sont énoncés dans l'ordre alphabétique sans tenir compte des préfixes multiplicatifs

Exemple :



III. NOMMER DES MOLECULES ORGANIQUES OXYGENEES

Le nom des molécules organiques oxygénées est de la forme :

Préfixe - racine - suffixe

1. Le suffixe

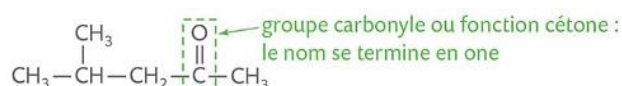
Le suffixe indique la **famille** de composés à laquelle appartient l'espèce chimique

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 :



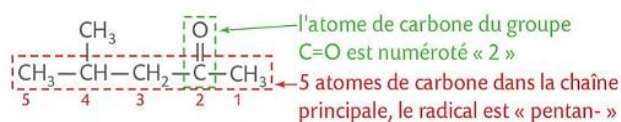
2. La racine

La racine indique le nombre d'atomes de carbone C dans la **chaîne principale**

- 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.
- La chaîne principale est numérotée de sorte que le numéro de l'atome de carbone fonctionnel soit le plus **petit** possible

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

Exemple :



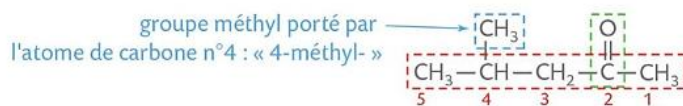
3. Le préfixe

Un préfixe apparaît dans le nom si la chaîne principale est **ramifiée** par un ou plusieurs groupes hydrocarbonés appelés groupes **alkyles**

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

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-

Exemple :



Nom : **4-méthylpentan-2-one**

IV. IDENTIFIER UNE MOLECULE

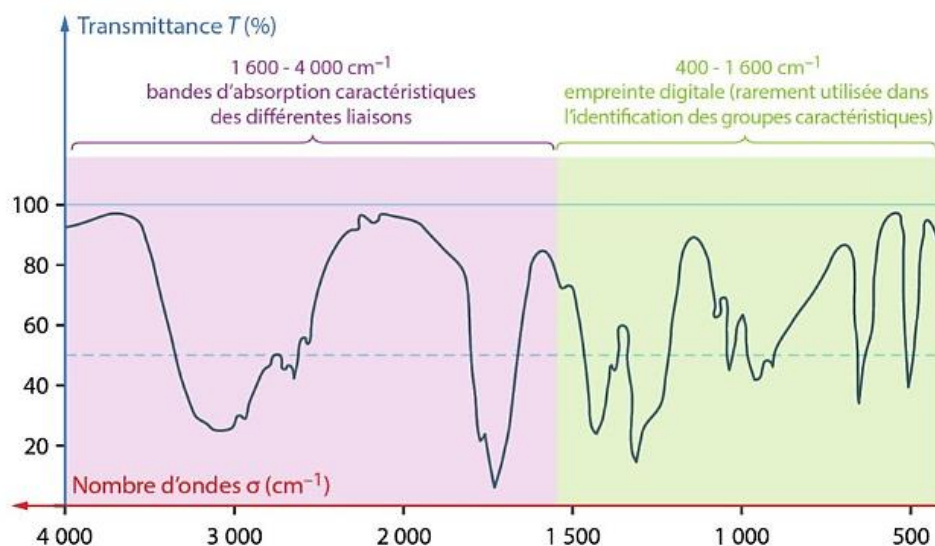
- La spectroscopie infrarouge, appelée spectroscopie IR, est une technique d'analyse des molécules en chimie organique. Cette technique étudie l'**absorption** de la lumière **infrarouge** par les molécules.
- L'absorption de cette lumière est liée à la vibration des liaisons dans les molécules suite à une excitation électromagnétique. Chaque type de liaison vibre à une **fréquence** particulière et cette fréquence est reliée au **nombre d'onde** noté σ (en cm^{-1}).
- Les nombres d'onde étudiés correspondent à des longueurs d'onde λ ($\sigma = 1/\lambda$) du domaine des infrarouges (750 nm $< \lambda < 0,1$ mm).
- Un spectre IR représente la **transmittance** (inverse de l'absorbance) notée T (en %) en fonction du nombre d'onde σ (en cm^{-1}).

1. Le spectre infrarouge

Un spectre infrarouge (IR) est un graphe présentant :

- En abscisse : le nombre d'ondes σ en cm^{-1} . Le nombre d'onde est relié à la longueur d'onde λ par la relation $\sigma = \frac{1}{\lambda}$
- En ordonnée : la transmittance T en pourcent

Allure d'un spectre infrarouge :



2. Bandes d'absorption caractéristiques

La présence d'une liaison dans la molécule se manifeste par la présence d'une **bande d'absorption** caractéristique, que l'on reconnaît par son allure et son nombre d'onde

Le nombre d'onde 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

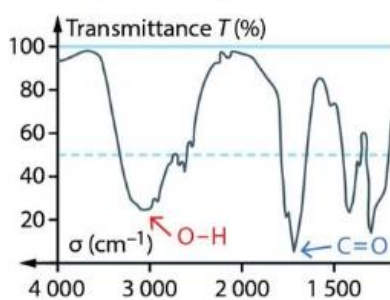
La table ci-dessous donne les intervalles des nombres d'ondes et l'allure des bandes d'absorption pour différents types de liaison

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*

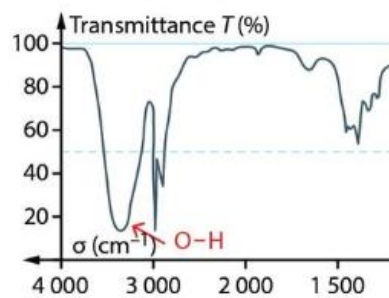
* On dit qu'une bande est « forte » lorsque la transmittance est faible, une bande est « large » si elle s'étale sur un intervalle de nombre d'ondes important.

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.

• 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).