

Chapitre 13 : De la structure aux propriétés des alcanes et des alcools

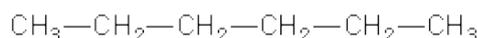
I. Diversité des chaînes carbonées

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

Il existe trois types de chaînes carbonées :

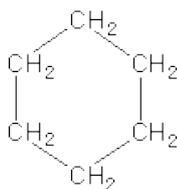
- Les **chaînes linéaires** :

Une chaîne carbonée est linéaire si elle est constituée d'atomes de carbone liés les uns à la suite des autres, et qu'elle ne se referme pas sur elle-même.



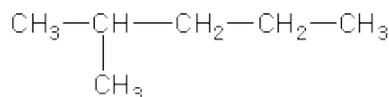
- Les **chaînes cycliques** :

Une chaîne carbonée est cyclique si au moins un des enchaînements d'atomes de carbone se referme sur lui-même.



- Les **chaînes ramifiées** :

Une chaîne carbonée est ramifiée si au moins un des atomes de carbone, appelé carbone ramifié, est lié à trois ou quatre autres atomes de carbone.



Remarque : La chaîne carbonée est dite saturée si elle ne présente que des liaisons carbone-carbone simples.

II. Nomenclature des alcanes

La nomenclature des alcanes est à la base de toute la nomenclature en chimie organique.

II.1. Formule générale des alcanes

Définition : Les **alcanes** sont des hydrocarbures saturés (donc formés à partir d'atomes **de carbone** et d'**hydrogène** liés par des **liaisons simples**).

La formule brute générale d'un alcane est de la forme $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

II.2. Les alcanes linéaires

Les alcanes suivants sont dits **linéaires** car ils possèdent une chaîne carbonée sans ramification.

<i>Nombre d'atome(s) de carbone</i>	<i>Nom de l'alcane</i>	<i>Formule brute</i>	<i>Formule semi-développée</i>	<i>Formule topologique</i>
1	méthane	CH ₄	CH ₄	impossible
2	éthane	C ₂ H ₆	CH ₃ – CH ₃	—
3	propane	C ₃ H ₈	CH ₃ – CH ₂ – CH ₃	
4	butane	C ₄ H ₁₀	CH ₃ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₃	
5	pentane	C ₅ H ₁₂	CH ₃ – (CH ₂) ₃ – CH ₃	
6	hexane	C ₆ H ₁₄	CH ₃ – (CH ₂) ₄ – CH ₃	

La liste est encore longue : l'heptane C₇H₁₆, l'octane C₈H₁₈, le nonane C₉H₂₀, le décane C₁₀H₂₂, etc ...

II.3. Les alcanes ramifiés

Les alcanes **ramifiés** sont des alcanes possédant une chaîne carbonée principale avec un ou plusieurs « morceaux » de chaîne carbonée greffés dessus, appelés **groupements alkyles**.

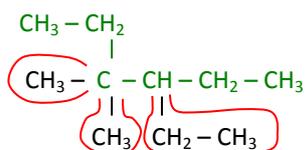
Ces groupements alkyles de formule – C_nH_{2n+1} n'existent jamais isolément. Ils font toujours partie d'une molécule organique (alcane, alcène, alcool, acide carboxylique, aldéhyde, etc ...)

<i>Nombre d'atome(s) de carbone</i>	<i>Nom du groupement alkyle</i>	<i>Formule brute</i>	<i>Formule semi-développée</i>
1	méthyle	– CH ₃	– CH ₃
2	éthyle	– C ₂ H ₅	– CH ₂ – CH ₃
3	propyle	– C ₃ H ₇	– CH ₂ – CH ₂ – CH ₃
4	butyle	– C ₄ H ₉	– (CH ₂) ₃ – CH ₃

La liste continue bien évidemment : groupement pentyle, groupement hexyle, ...

Comment nommer un alcane ramifié ?

Etape n°1 : il faut repérer la chaîne carbonée la plus longue possible (en vert) : ici, 6 atomes de carbone donc hexane.

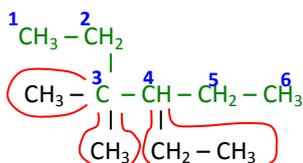


Etape n°2 : il faut repérer les groupements alkyles présents (entourés en rouge) :

- ✓ 2 groupements méthyles ⇔ diméthyle
- ✓ 1 groupement éthyle (3 = « tri- » et 4 = « tétra- »)

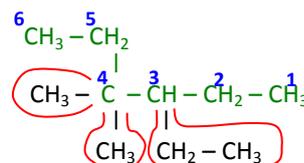
En numérotant la chaîne principale de gauche à droite,

on obtient : 3,3-**diméthyl-4-éthylhexane**



En numérotant la chaîne de droite à gauche,

on obtient : 3-**éthyl-4,4-diméthylhexane**



De ces deux noms possibles, il faut retenir celui dont la somme des chiffres présents dans le nom est la plus petite. Ainsi, à gauche $3 + 3 + 4 = 10$ et à droite $3 + 4 + 4 = 11$. C'est donc le nom de gauche qui est correct.

Mais dans ce nom, les groupements alkyles doivent encore être classés dans l'ordre alphabétique sans tenir compte de leur préfixe multiplicateur (di-, tri- ou tétra-). Le véritable nom est : **4-éthyl-3,3-diméthylhexane**.

A noter :

- Dans le nom d'une molécule organique en général, deux chiffres sont obligatoirement séparés par une virgule alors qu'un chiffre et une lettre le sont par un tiret. Le nom complet forme un mot unique (donc pas d'espace).
- Les groupements alkyles s'écrivent sans leur « e » final dans le nom d'une molécule.

III. Les alcools

III.1. Définition et nomenclature

Les **alcools** sont des molécules organiques possédant un squelette carboné de type alcane sur lequel se trouve greffé un **groupement hydroxyle** – **OH**

L'atome de carbone sur lequel est fixé le groupement hydroxyle est appelé carbone fonctionnel.

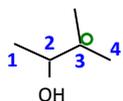
<i>Nombre d'atome(s) de carbone</i>	<i>Nom de l'alcool</i>	<i>Formule brute</i>	<i>Formule semi-développée</i>	<i>Formule topologique</i>
1	méthanol	CH ₄ O	CH ₃ OH	
2	éthanol	C ₂ H ₆ O	CH ₃ – CH ₂ – OH	
3	propanol	C ₃ H ₈ O	<p style="text-align: center;"><i>deux isomères</i></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>propan-1-ol</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ </div> <div style="text-align: center;"> <p>propan-2-ol</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ </div> </div>	

Etc ...

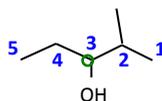
Le chiffre précédant la terminaison « **-ol** » indique la position du carbone fonctionnel dans la chaîne carbonée.

La numérotation de la chaîne carbonée se fera de manière à attribuer le chiffre le plus petit au carbone fonctionnel. Pour cette numérotation, il ne faut tenir compte des éventuels groupements alkyles que si le carbone fonctionnel est au centre de la chaîne carbonée.

Exemples :



3-méthylbutan-2-ol



2-méthylpentan-3-ol

En numérotant de gauche à droite le carbone fonctionnel a le chiffre 2, ce qui est le plus petit chiffre possible.

Le sens de numérotation ne change rien pour le carbone fonctionnel (3 dans les deux cas). Il faut alors tenir compte du groupement alkyle présent pour choisir le bon sens de numérotation.

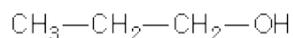
III.2. Les trois classes d'alcool

Les alcools sont groupés en trois classes, suivant le nombre de radicaux carbonés R liés à l'atome de carbone porteur de la liaison – OH.

Les propriétés chimiques d'un alcool dépendent de sa classe.

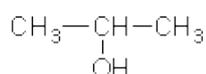
Classe de l'alcool	<i>Alcool primaire</i>	<i>Alcool secondaire</i>	<i>Alcool tertiaire</i>
Formule générale	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R}'' \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{R}' \end{array}$

Exemples :



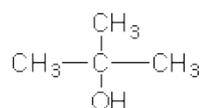
Propan-1-ol

Alcool primaire



Propan-2-ol

Alcool secondaire



2-méthylpropan-2-ol

Alcool tertiaire

III.3. Miscibilité des alcools avec l'eau

Définition : Deux substances sont **miscibles** si elles forment un mélange homogène. La miscibilité se mesure par rapport à la solubilité (en g.L⁻¹) d'une espèce dans une autre.

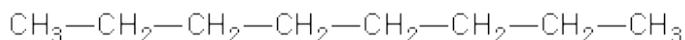
- ✓ Les **hydrocarbures** sont en général **insolubles dans l'eau** (car ils sont apolaires).
- ✓ Les **alcools** sont **solubles dans l'eau** car ils portent le groupe hydroxyle – OH à caractère polaire. Il y a des liaisons hydrogène qui peuvent s'établir. Les molécules présentent une certaine solubilité dans l'eau (dans les solvants polaires).
- ✓ Cette **solubilité diminue avec le nombre N d'atomes de carbone**. (Voir TP 13)
 - Si $N \leq 3$, alors le mélange est homogène, quelque soit les proportions : la solubilité est infinie. La miscibilité est totale.
 - Si $N > 3$, alors le mélange est de moins en moins homogène. La solubilité diminue.

IV. Température de changement d'état

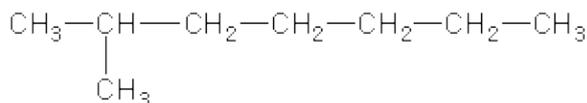
IV.1. Température d'ébullition

Lorsque la longueur de la chaîne carbonée d'un alcane ou d'un alcool linéaire augmente, l'**intensité des interactions de van der Waals** entre les molécules **croît**. Les températures de changement d'état du corps à une pression donnée s'élèvent alors.

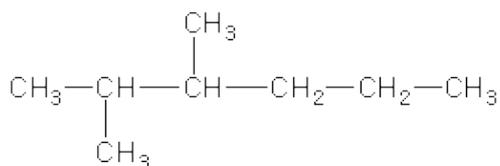
Exemples :



La température d'ébullition de l'octane est 126°C.



La température d'ébullition du 2-méthylheptane est 117°C.



La température d'ébullition du 2,3-diméthylhexane est 106°C.

Règles :

- Entre deux alcanes (ou deux alcools) de même formule brute, **celui qui porte le plus grand nombre de ramifications possède la température de changement d'état la plus faible** (à pression donnée).
- Les **alcools ont des températures de changement d'état plus élevées que les alcanes** correspondants.

Alcanes linéaires			Alcanes ramifiés		
Nom	$\theta_{\text{fus}} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\theta_{\text{éb}} \text{ } ^\circ\text{C}$	Nom	$\theta_{\text{fus}} \text{ } ^\circ\text{C}$	$\theta_{\text{éb}} \text{ } ^\circ\text{C}$
Méthane	- 184	- 164	Méthylpropane (C ₄ H ₁₀)	- 145	- 10
Éthane	- 172	- 88,5	Méthylbutane (C ₅ H ₁₂)	- 159	28
Propane	- 190	- 44,5	Diméthylpropane (C ₅ H ₁₂)	- 17	10
Butane	- 135	0,6	2-méthylpentane (C ₆ H ₁₄)	- 154	60,3
Pentane	- 131	36,2	3-méthylpentane (C ₆ H ₁₄)	- 118	63,3

IV.2. Application à la distillation fractionnée

Voir TP 13 : montage + principe + résultats