

# De la structure aux propriétés, cas des alcanes et des alcools

Peut-on relier les propriétés physiques d'une espèce à sa structure ?

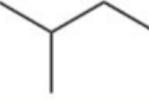
## 1) Comment identifier un alcane et un alcool ?

Les molécules organiques présentent un enchaînement d'atomes de carbone. Cet enchaînement constitue le squelette de la molécule appelé chaîne carbonée. Une chaîne carbonée peut-être linéaire, ramifiée ou cyclique.

→ activité : La structure des alcanes et des alcools

## 1) Formule et nomenclature des alcanes

Les alcanes sont constitués seulement d'atomes de carbone et d'hydrogène : ce sont des **hydrocarbures**.

Formule brute	Formule semi-développée	Formule topologique	Nom des alcanes	Nature de la chaîne
$\text{CH}_4$	$\text{CH}_4$		Méthane	Linéaire
$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{CH}_3-\text{CH}_3$		Éthane	Linéaire
$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$		Propane	Linéaire
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$		Butane	Linéaire
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$		Méthylpropane	Ramifiée
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$		Pentane	Linéaire
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$		Méthylbutane	Ramifiée
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$		Diméthylpropane	Ramifiée

Leurs atomes de carbone sont **tétraédriques**, car ils sont liés à leurs voisins par **quatre** liaisons simples. Les alcanes sont des **hydrocarbures acycliques** (ne forment pas de cycle) de formule brute  $C_nH_{2n+2}$ .

Le nom d'un alcane linéaire est constitué d'un **préfixe qui indique le nombre d'atomes de carbone** de la chaîne : méth-, éth-, prop-, but-, pent-, hex- suivi de la **terminaison -ane**.

Ex : La molécule  $C_2H_6$  a 2 atomes de carbone donc son nom est éthane.

En retirant un atome d'hydrogène à un alcane linéaire, on obtient un groupe **alkyle** dont le nom s'établit en remplaçant la terminaison -ane par la terminaison **-yle**.

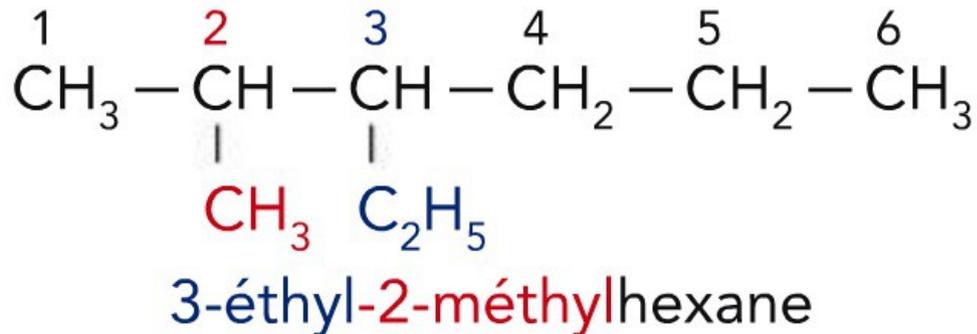
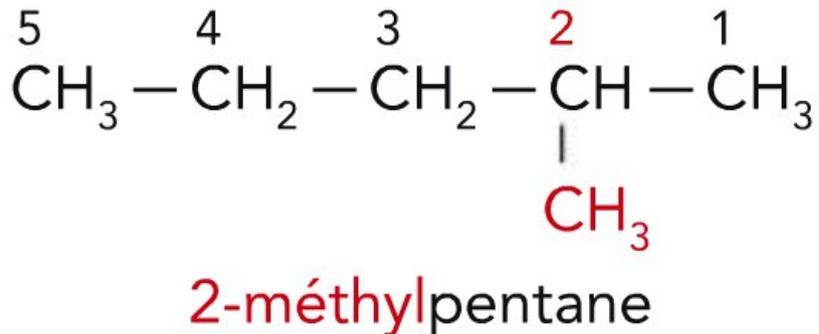
La chaîne carbonée la plus longue est appelée chaîne principale. Son nombre d'atomes de carbone détermine le nom de l'alcane.

On numérote la chaîne principale de façon à ce que **le n° du 1er atome de carbone portant une ramification** soit le plus petit possible.

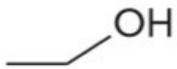
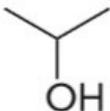
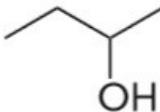
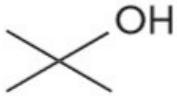
Le nom d'un alcane ramifié est constitué des noms des groupes alkyles, pris ds l'ordre alphabétique et précédés de leur indice de position, suivis du nom de l'alcane linéaire de même chaîne principale.

Le « e » final des groupes alkyles est supprimé. Si plusieurs groupes alkyles st identiques, leur nombre (2, 3, 4) est indiqué par les préfixes di, tri, tétra précédés de leur indice de position qui doit être le plus petit possible.

Exemples :



## 2) Formule et nomenclature des alcools

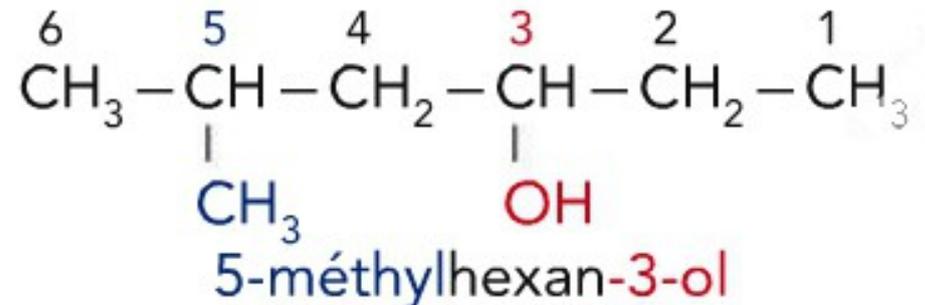
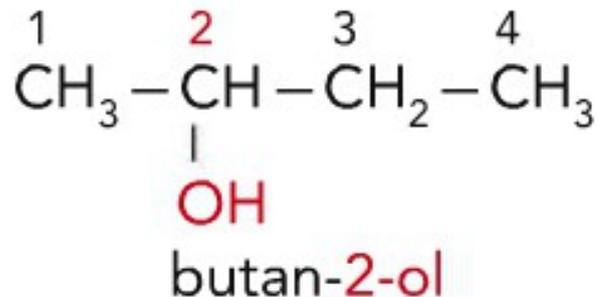
Formule brute	Formule semi-développée	Formule topologique	Nom des alcools
$\text{CH}_4\text{O}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$	$-\text{OH}$	Méthanol
$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$		Éthanol
$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$		Propan-1-ol
	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$		Propan-2-ol
$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$		Butan-1-ol
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$		Butan-2-ol
	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{OH}$		Méthylpropan-1-ol
	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$		Méthylpropan-2-ol

Un alcool est un composé organique dans lequel un groupe OH est fixé sur un atome de carbone tétraédrique.

La formule d'un alcool à la chaîne carbonée saturée acyclique est  $C_n H_{2n+1} - OH$ .

Le nom d'un alcool dérive de celui de l'alcane de même chaîne carbonée en remplaçant le « e » final par la terminaison « ol », précédée, si nécessaire, de l'indice de position du groupe hydroxyle dans la chaîne carbonée principale.

Exemples :



## 2) Comment interpréter l'évolution des températures de changement d'état ?

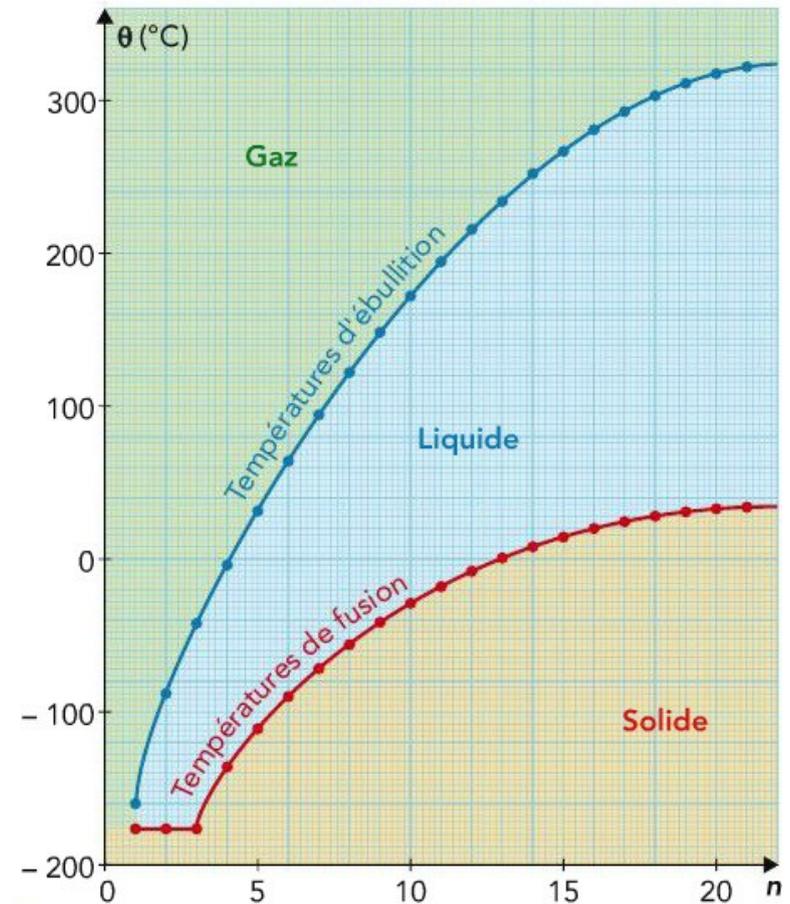
### 1) Températures de changement d'état des alcanes

\* Cas des alcanes linéaires :

Plus un alcane linéaire a d'atomes de carbone sur sa chaîne carbonée, et plus leur température de fusion et d'ébullition est grande.

Pourquoi ?

Les alcanes n'étant constitués que d'atomes de carbone et d'hydrogène, leur cohésion à l'état solide et liquide est assurée que par les interactions de Van der Waals entre dipôles (il ne peut y avoir de liaisons hydrogène).



Températures de fusion et d'ébullition des alcanes linéaires, sous la pression atmosphérique, en fonction du nombre  $n$  d'atomes de carbone.

Les molécules d'alcanes étant apolaires, les dipôles mis en jeu sont des dipôles instantanés. Or, les interactions de Van der Waals sont d'autant plus intenses que le moment dipolaire des molécules interagissant est élevé. Et le moment dipolaire instantané augmente avec le nombre d'atomes de carbone. Donc plus le moment dipolaire est grand, plus les interactions sont fortes et plus la rupture des liaisons intermoléculaires est difficile. C'est pourquoi l'énergie thermique qu'il faut fournir pour atteindre la fusion et l'ébullition est alors plus grande et les températures de changement d'état plus élevées.

Pour résumer : L'intensité des interactions de Van der Waals et donc les températures de fusion et d'ébullition des alcanes linéaires augmentent avec la longueur de la chaîne carbonée des molécules.

\* Cas des alcanes ramifiés :

Les températures d'ébullition d'alcanes isomères sont d'autant plus basses que ceux-ci sont ramifiés.

Pourquoi ?

La distance qui sépare deux molécules voisines est plus grande pour des alcanes ramifiés que pour des alcanes linéaires.

Par ailleurs, les molécules ramifiées sont moins longues que leurs isomères linéaires, leurs moments dipolaires instantanés st donc plus faibles.

Les interactions de Van der Waals sont d'autant plus intenses que les molécules interagissant sont proches et que leurs moments dipolaires sont importants.

Les molécules d'alcanes ramifiés sont donc moins fortement liées et sont plus faciles à séparer que les molécules d'alcanes isomères linéaires.

## 2) Températures de changement d'état de l'eau

Sous la pression atmosphérique, les températures de changement d'état de l'eau sont anormalement élevées par rapport à celles d'espèces de structure voisine. Cela s'explique par des **liaisons hydrogène** entre les molécules d'eau **qui augmentent la cohésion des états solide et liquide.**

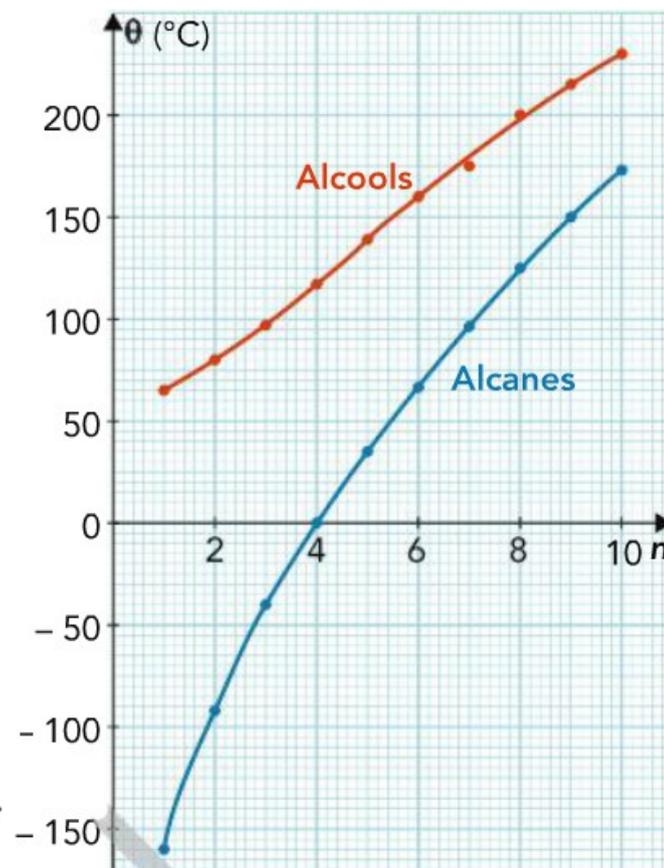
### 3) Températures de changement d'état des alcools

La température d'ébullition des alcools croît avec la longueur de leur chaîne carbonée.

Ceci est dû au caractère polaire des molécules d'alcools dont le moment dipolaire croît avec la taille.

Les alcools ont des températures d'ébullition supérieures à celle des alcanes de même chaîne carbonée ; ils sont moins volatils.

Cette différence résulte de l'**existence de liaisons hydrogène**, dues au groupe hydroxyle  $-OH$ , entre les molécules d'alcool (**doc. 11**).



Température d'ébullition  
des alcanes linéaires  $C_nH_{2n+2}$  et des alcools  
 $C_nH_{2n+1}-OH$  sous la pression atmosphérique.

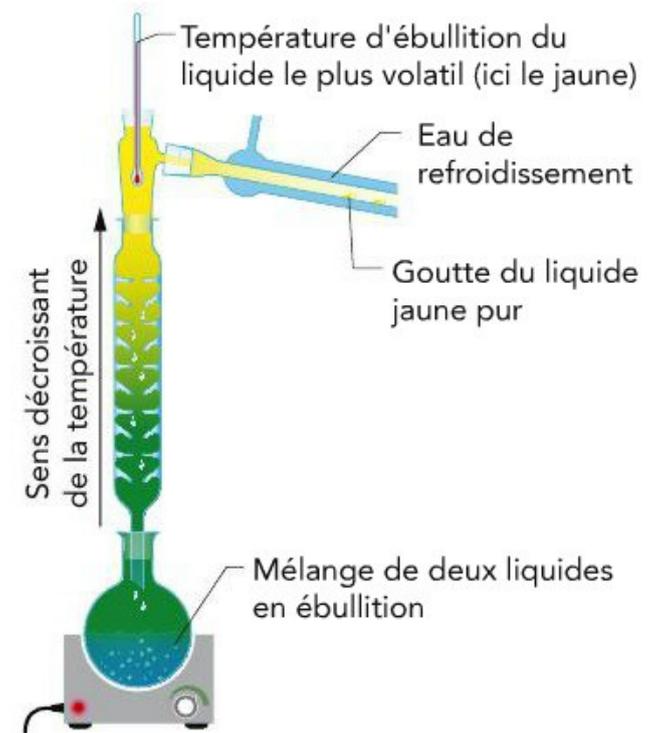
### 4) La distillation fractionnée

→ T.P. : Distillation des alcanes

Une distillation fractionnée est une opération qui permet de séparer les constituants d'un mélange de liquides miscibles ayant des températures d'ébullition nettement différentes.

Dans une distillation fractionnée, le liquide le plus volatil constitue le distillat et le moins volatil est le résidu.

Au laboratoire, la distillation fractionnée permet d'extraire ou de purifier un produit après une synthèse. Dans l'industrie pétrochimique, son utilisation permet de séparer les constituants du pétrole.



Principe de la distillation fractionnée. En s'élevant dans la colonne à distiller, le mélange est de plus en plus riche en constituant le plus volatil (jaune). Le liquide dans le ballon s'enrichit en constituant le moins volatil (bleu).

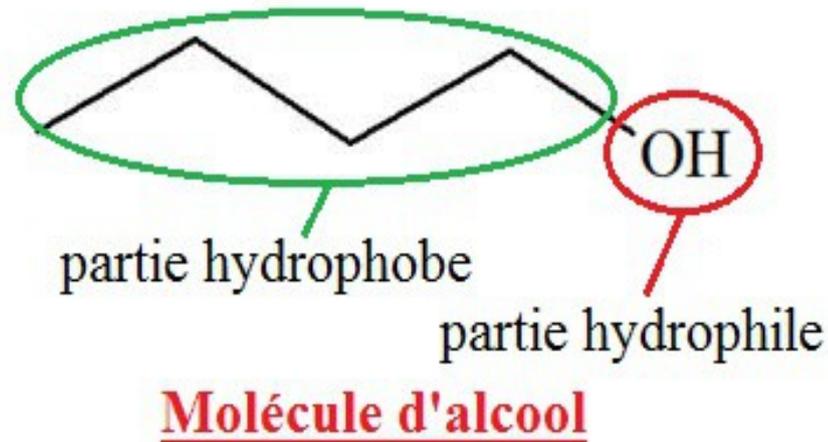
### 3) Les alcools et l'eau sont-ils miscibles ?

→ T.P. : La miscibilité des alcools avec l'eau Q3

Plus un alcool à chaîne linéaire a une courte chaîne carboné et plus il sera miscible avec l'eau.

En effet, toute molécule d'alcool  $R - OH$  comporte deux groupe :

- un groupe hydroxyle  $- OH$  qui est hydrophile, c'est-à-dire qu'il peut se lier aux molécules d'eau par des liaisons hydrogènes ;
- un groupe alkyle  $R$ , qui est hydrophobe, c'est-à-dire qui ne peut pas se lier aux molécule d'eau.



Lorsque le groupe  $R$  a une chaîne carboné courte, les molécules d'alcool peuvent s'entourer de molécules d'eau, il y a miscibilité totale de l'alcool avec l'eau.

Et inversement, lorsque le groupe  $R$  a une chaîne carboné longue, les interactions entre les molécules d'eau et celles d'alcool sont très limitées, la miscibilité est alors partielle, voire nulle avec l'eau.