

PARTIE 2 - COMPRENDRE : LOIS ET MODÈLES

Chapitre 11 : De la structure aux propriétés, cas des alcanes et des alcools (p. 185)

Savoir-faire :

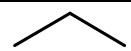
- ✓ Reconnaître une chaîne carbonée linéaire, cyclique ou ramifiée. Nommer un alcane et un alcool.
- ✓ Donner les formules semi-développées correspondant à une formule brute donnée dans le cas de molécules simples.
- ✓ Interpréter l'évolution des températures de changement d'état au sein d'une famille de composés.
- ✓ Interpréter les différences de température de changement d'état entre alcanes et alcools.
- ✓ Interpréter les différences de miscibilités des alcools avec l'eau.
- ✓ Réaliser une distillation fractionnée.*

(*) Savoir-faire expérimentaux.

TP n°16 : Alcanes et alcools : structures et propriétés

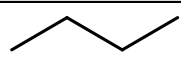
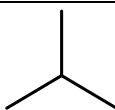
Correction :

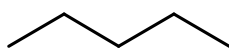
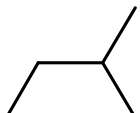
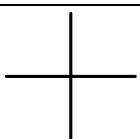
1. Le numéro atomique du carbone est : $Z = 6$, alors l'atome possède 6 électrons.
Sa structure électronique est donc : $(K)^2(L)^4$ alors le carbone possède **4 électrons célibataires**.
Il peut donc réaliser **4 liaisons simples** avec les atomes voisins.

2. Nombre de carbone	1	2	3
Formule semi-développé	CH_4	CH_3-CH_3	$CH_3-CH_2-CH_3$
Formule brute	CH_4	C_2H_6	C_3H_8
Formule topologique	/	—	
Type d'alcane	linéaire	linéaire	linéaire

La formule brute des alcanes possédant n atomes de carbone est : C_nH_{2n+2}

3. Sa formule brute devient C_nH_{2n} s'il est cyclique.

4. Formule semi-développé	Formule brute	Formule topologique	Type d'alcane
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	C_4H_{10}		linéaire
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}$	C_4H_{10}		ramifié

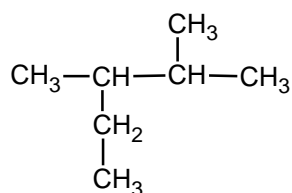
5. Formule semi-développé	Formule brute	Formule topologique	Type d'alcane
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	C_5H_{12}		linéaire
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH_2-CH-CH_3 \end{array}$	C_5H_{12}		ramifié
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$	C_5H_{12}		ramifié

6. Le nom des alcanes linéaires pouvant posséder jusqu'à 5 atomes de carbone sont : **méthane, éthane, propane, butane et pentane**.

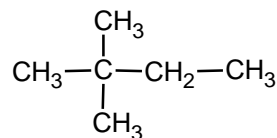
7. Les formules brutes et semi-développées de l'heptane sont : C_7H_{16} et $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

8.

$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH_2-CH-CH_3 \end{array}$ <p>2-méthylbutane</p>	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_2 \\ \\ CH_3-CH_2-CH_2-CH-CH_2-CH_3 \end{array}$ <p>3-éthylhexane</p>
--	--



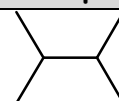
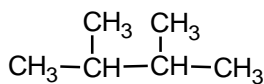
2,3-diméthylpentane



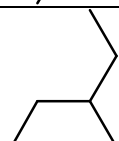
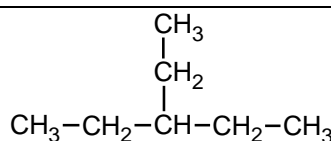
2,2-diméthylbutane

9. Alcanes :

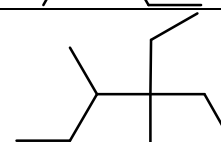
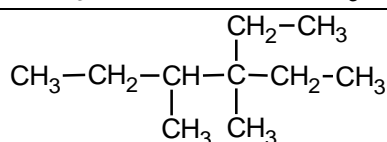
▪ 2,3-diméthylbutane :



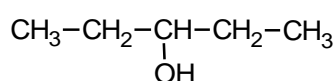
▪ 3-éthylpentane :



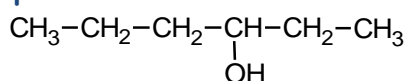
▪ 3-éthyl-3,4-diméthylhexane :



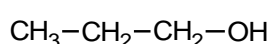
10.



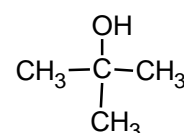
pentan-3-ol



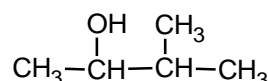
hexan-3-ol



propan-1-ol



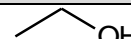
2-méthylpropan-2-ol



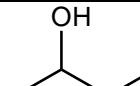
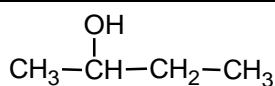
3-méthylbutan-2-ol

11. Alcools :

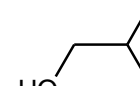
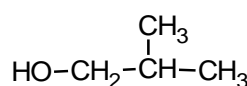
▪ éthanol :



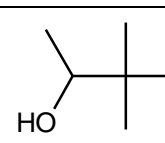
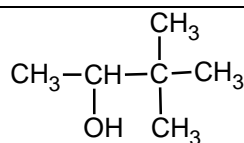
▪ butan-2-ol :



▪ 2-méthylpropan-1-ol :



▪ 3,3-diméthylbutan-2-ol :



12. ▪ Les températures de fusion et d'ébullition des alcanes linéaires augmentent lorsque le nombre de carbones augmente car l'intensité des interactions de Van der Waals est d'autant plus importante que la chaîne carbonée est longue. Il faut donc une plus grande énergie pour rompre ces liaisons.

Les températures d'ébullition d'alcanes isomères sont d'autant plus basses que ceux-ci sont ramifiés car la distance qui sépare deux molécules sera moindre pour un alcane linéaire par rapport à celle pour son isomère ramifié et donc les interactions de Van Der Waals seront plus intenses. De plus, plus les alcanes sont ramifiés plus les molécules sont courtes et plus l'interaction de Van der Waals est faible.

▪ Les alcools ont des températures d'ébullition supérieures à celle des alcanes de même chaîne carbonée car la présence d'un groupe hydroxyle -OH dans les alcools implique l'existence de liaisons hydrogène entre les molécules d'alcools, ce qui augmente l'énergie nécessaire pour disperser les molécules.

13. La température stable en tête de colonne est d'environ **78°C**.

14. La température en tête de colonne **reste constante puis augmente lentement** durant la distillation.

15. Initialement on a du **vin rouge**. On obtient un **distillat incolore**, qui a une **forte odeur d'alcool** comme l'eau de vie.

16. On observe que la densité du distillat est inférieure à celle du vin, donc le distillat a un degré d'alcool plus élevé que le vin. La distillation du vin permet donc d'augmenter le degré alcoolique.

17. Le pétrole brut est un **mélange complexe d'hydrocarbures**, essentiellement des alcanes.

18. Les consommateurs ont besoin d'essence, de gazole, de fioul, etc.

19. La première étape du raffinage consiste à le **distiller** afin de séparer ses différents constituants.
20. Plus un hydrocarbure possède une chaîne carbonée longue et plus sa température d'ébullition est élevée. Dans la tour de distillation, les hydrocarbures (sauf les produits lourds) passent à l'état gazeux et montent de plateau en plateau. Lorsque les vapeurs d'un hydrocarbure arrivent au niveau d'un plateau où la température est inférieure à sa température d'ébullition alors il passe à l'état liquide et est extrait de la colonne.
21. Les alcools avec moins de 3 atomes de carbone sont miscibles en toute proportion à l'eau. Ceux avec plus sont légèrement voir pas du tout miscible à l'eau. Cette différence est due au fait que la longue chaîne carbonée n'est pas miscible dans l'eau, tandis que la partie contenant le groupe hydroxyle -OH l'ait.
22. « Hydrophile » : qui aime l'eau ; « hydrophobe » : qui n'aime pas l'eau.
La partie **hydrophile** est le groupe **hydroxyle -OH**, la partie **hydrophobe** est la **chaîne carbonée (R)**.
23. L'alcool **A**, non miscible, est celui contenant la chaîne carbonée la plus longue : l'**heptan-1-ol**.
L'alcool **B**, totalement miscible, est celui contenant la chaîne carbonée la plus courte : le **méthanol**.
L'alcool **C**, partiellement miscible, est celui contenant la chaîne carbonée intermédiaire : le **butan-1-ol**.

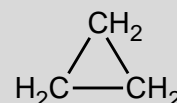
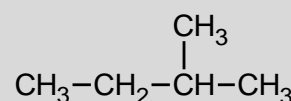
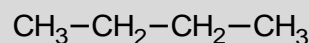
I- Comment identifier un alcane et un alcool ? (p. 188)

1. Chaîne carbonée (p. 188)

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

Une chaîne carbonée peut être **linéaire**, **ramifiée** ou **cyclique** :

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



Remarques :

- La chaîne carbonée est dite **saturée** si elle ne présente que des liaisons carbone-carbone simples.
- Une chaîne carbonée peut être à la fois cyclique et ramifiée.

2. Les alcanes (p. 188)

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 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$.

3. Nomenclature des alcanes (p. 188)

➤ Les alcanes linéaires :

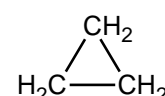
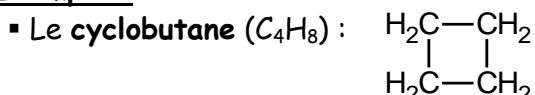
Le nom des **alcanes linéaires** est formé d'un **préfixe**, qui indique le nombre n d'atomes de carbone de la chaîne carbonée, suivi de la **terminaison -ane**.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Préfixe	méth-	éth-	prop-	but-	pent-	hex-	hept-	oct-	non-	déc-

➤ Les alcanes cycliques :

Pour les **alcanes cycliques** (aussi appelés **cycloalcanes**), on ajoute le préfixe **cyclo-** au nom de l'alcane linéaire ayant le même nombre d'atomes de carbone.

Exemple :



➤ Les groupes alkyles :

En retirant un atome d'hydrogène à un alcane linéaire, on obtient un **groupe alkyle** dont le nom est obtenu en remplaçant le suffixe -ane par le **suffixe -yle**.

Exemple :

- $-\text{CH}_3$ est le groupe **méthyle**
- $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ ou $-\text{C}_2\text{H}_5$ est le groupe **éthyle**

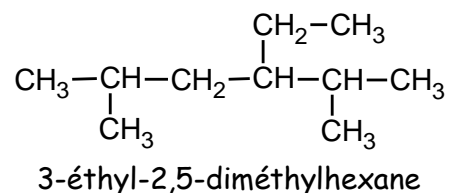
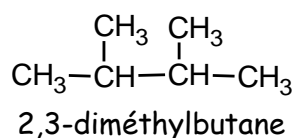
➤ Les alcanes ramifiés :

- Il faut repérer la chaîne carbonée la **plus longue** possible, appelée **chaîne principale**, et la nommer comme pour un alcane non ramifié.
- Numérotter la chaîne carbonée de telle sorte que les atomes de carbone porteurs des substituants aient les **numéros les plus faibles possibles**.
- Classer les substituants par ordre alphabétique, sans tenir compte des préfixes éventuels. Placés **avant** le nom de la chaîne principale sans le -e final, ils sont précédés du chiffre indiquant leur position dans la chaîne principale. Lorsque le même substituant apparaît plusieurs fois, on utilise les préfixes **di-** (2), **tri-** (3), **tétra-** (4) que l'on fait précéder des chiffres indiquant chacune des positions des substituants.

Remarques :

- 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).

Exemple :



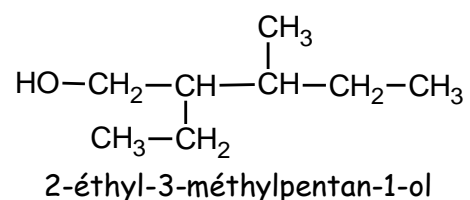
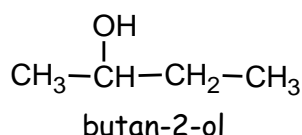
4. Formule et nomenclature des alcools (p. 189)

Un **alcool** se caractérise par un groupement **hydroxyle (-OH)** fixé à un atome de **carbone tétragonal**.

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

- La base du nom d'un **alcool** est celle de l'alcane de même chaîne carbonée en remplaçant le suffixe -e, par le **suffixe -ol**, précédé, si nécessaire, du numéro du carbone portant le groupement hydroxyle.
- Ce numéro doit être le **plus petit possible**, prioritairement aux indices de position des ramifications.

Exemple :

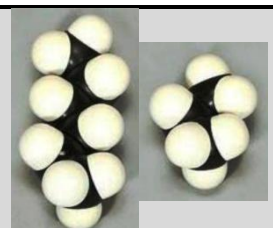


Exercices n°(6), 7, 8, (9), 10, 11, (12) p. 196, n°13, 14 p. 197 et n°21 p. 198

II- Comment interpréter l'évolution des températures de changement d'état ? (p. 189)

1. Températures de changement d'état des alcanes (p. 189)

Les **températures de fusion et d'ébullition** des alcanes linéaires **augmentent** lorsque le **nombre de carbones augmente** car l'**intensité des interactions de Van der Waals** est d'autant plus importante que la chaîne carbonée est longue.



Les températures d'ébullition d'alcane isomères sont d'autant plus basses que ceux-ci sont ramifiés car la distance qui sépare deux molécules sera moindre pour un alcane linéaire par rapport à celle pour son isomère ramifié et donc les interactions de Van Der Waals seront plus intenses.



2. Température de changement d'état de l'eau (p. 190)

Dans l'eau, des liaisons hydrogène entre les molécules d'eau augmentent la cohésion des états solide et liquide, ce qui explique des températures de changement d'état élevées.

3. Température de changement d'état des alcools (p. 191)

Les alcools ont des températures d'ébullition supérieures à celle des alcanes de même chaîne carbonée car la présence d'un groupe hydroxyle -OH dans les alcools implique l'existence de liaisons hydrogène entre les molécules d'alcools.

4. La distillation fractionnée (p. 191, fiche méthode 5 p. 358)

Le montage de distillation fractionnée permet de séparer les constituants d'un mélange homogène ayant des températures d'ébullition différentes.

Plus les vapeurs montent dans la colonne, plus elles sont enrichies en composé le plus volatil (de température d'ébullition la plus basse), puis ces vapeurs se condensent dans le réfrigérant et ce composé peut être récupéré pur dans l'éprouvette.

Remarque :

→ On utilise cette technique dans l'industrie pétrolière pour séparer les différents hydrocarbures, c'est la première étape du raffinage du pétrole brut.

Exercices n°(15), (16), 17, 18 p. 197, n°22, 23, 24 p. 198 et n°26, 27, 29 p. 199

III- Les alcools et l'eau sont-ils solubles ? (p. 191)

Rappel :

→ Un liquide est miscible à l'eau s'il forme un mélange homogène avec elle.

Le méthanol, l'éthanol et le propanol sont miscibles à l'eau en toute proportion.

La solubilité des alcools linéaires dans l'eau diminue quand la longueur de la chaîne carbonée augmente (au-delà du pentanol, la solubilité des alcools linéaires dans l'eau est nulle).

La miscibilité des alcools dans l'eau est due au groupe hydroxyle -OH, qui établit des liaisons hydrogène avec les molécules d'eau au contraire la chaîne carbonée tend à rendre la molécule insoluble dans l'eau.

Remarque :

→ Les hydrocarbures sont en général insolubles dans l'eau (car ils sont apolaires).

Exercices n°(19-TP) p. 197 et n°30 p. 200