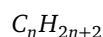


# Structure et propriétés des alcanes et des alcools

## 11.1 Les alcanes

### 11.1.1 Structure

Les alcanes sont des *hydrocarbures linéaires ou ramifiés, saturés*, c'est à dire des molécules ne contenant que des atomes C et H, les atomes C engagent systématiquement quatre liaisons différentes, et forment des chaînes et des ramifications, mais sans boucles (cycles). La formule brute générale d'un alcane est



avec  $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ . Pour une formule brute donnée, il existe plusieurs isomères

- un alcane linéaire
- parfois plusieurs alcanes ramifiés (figure 11.1).

**Exemple** L'alcane  $C_5H_{12}$  peut correspondre aux formules développées suivantes :

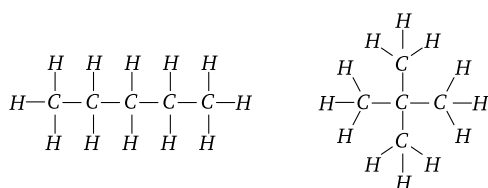


Figure 11.1 – Isomères de  $C_5H_{12}$

### 11.1.2 Nomenclature

#### chaîne carbonée linéaire

Le nom d'un alcane linéaire est constitué d'un préfixe qui indique le nombre des atomes de carbone suivi de la terminaison "ane" (table 11.1).

**chaîne carbonée ramifiée** Pour nommer un alcane ramifié, on procède selon les étapes suivantes

**Exemple** Voir figure 11.2

n	formule	nom
1	$CH_4$	méthane
2	$C_2H_6$	éthane
3	$C_3H_8$	propane
4	$C_4H_{10}$	butane
5	$C_5H_{12}$	pentane
6	$C_6H_{14}$	hexane
7	$C_7H_{16}$	heptane
8	$C_8H_{18}$	octane
9	$C_9H_{20}$	nonane

Table 11.1 – Nom des premiers alcanes linéaires

groupe	nom
? – $CH_3$	méthyle
? – $CH_2 - CH_3$	éthyle

Table 11.2 – Groupes alkyles

- chercher la chaîne carbonée la plus longue.
- compter le nombre de carbones de cette chaîne qui donnera le nom de l'alcane (table 11.1).
- numéroter les carbones de la chaîne de manière à ce que le numéro de la première ramification soit le plus petit possible.
- le nom de l'alcane ramifié se construit en plaçant les groupes alkyles dans l'ordre alphabétique, précédés de leur indice de position, suivi du nom de l'alcane linéaire de la chaîne principale (table 11.2).
- le "e" final des groupes alkyles est supprimé, ils sont précédés du préfixe di, tri, tétra si le groupe est présent plusieurs fois.

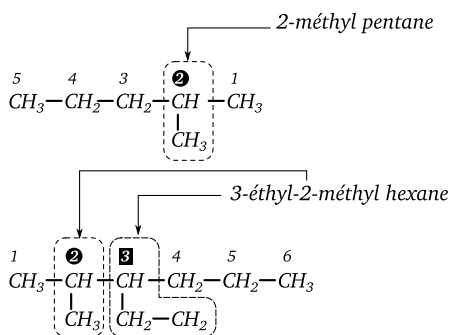


Figure 11.2 – Exemple d'usage de la nomenclature des alcanes.

## 11.2 Les alcools

### 11.2.1 Structure

Un alcool est un composé organique dans lequel un groupe hydroxyle  $-OH$  est fixé sur un atome de carbone tétragonal, c'est à dire un carbone ayant quatre liaisons avec quatre atomes.

### 11.2.2 Nomenclature

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.

**Exemple** Voir figure 11.3.

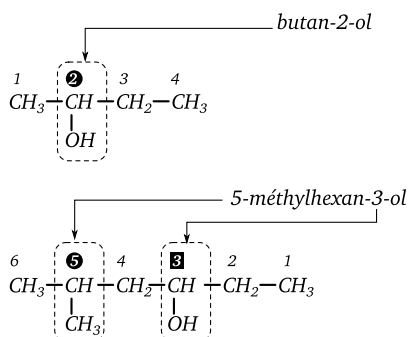


Figure 11.3 – Exemple d'usage de la nomenclature des alcools

## 11.3 Température de changement d'état et structure

### 11.3.1 L'eau

L'eau est une petite molécule très polaire. La température de fusion est  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  et la température d'évaporation à pression atmosphérique est  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ces températures sont très élevées pour une petite molécule (figure 11.4). Cela s'explique par la présence de fortes liaisons hydrogènes  $O-H \cdots O$  entre les molécules d'eau qui nécessitent l'apport de plus d'énergie pour les rompre, et donc d'atteindre des températures plus grandes pour la fusion et l'évaporation.

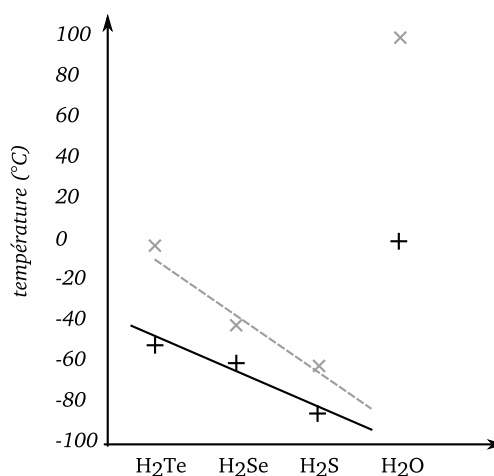


Figure 11.4 – Températures de fusion et d'ébullition pour les éléments de la colonne de l'oxygène, formant des molécules du type  $H_2X$ . On observe que l'eau est une anomalie

### 11.3.2 Les alcanes

**Pour les alcanes linéaires non ramifiés** Les températures de fusion et d'ébullition augmentent avec la longueur de la chaîne (figure 11.5). Cela s'explique par l'augmentation des interactions de Van der Waals entre les molécules qui sont de plus en plus longues, et donc de plus en plus difficiles à séparer.

**Pour les alcanes linéaires ramifiés** Leur température de liquéfaction et d'ébullition est d'autant plus faible que celle de leur isomère linéaire que le nombre de ramification est élevé, car la molécule est plus compacte et donc interagit moins avec ses voisines via les forces de Van der Waals. Il est donc plus facile de les séparer (figure 11.6).

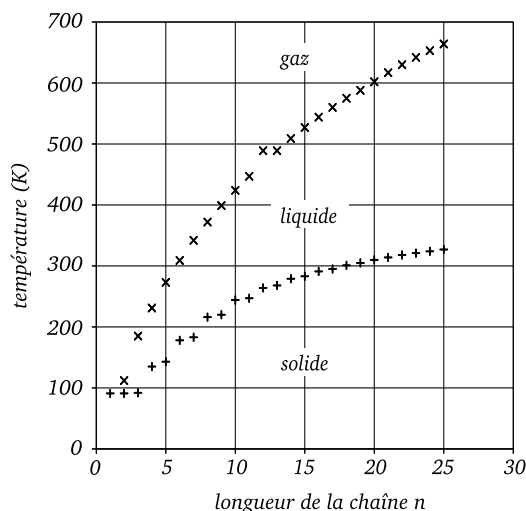


Figure 11.5 – Températures de fusion et d'ébullition des alcanes linéaires de longueur  $n$

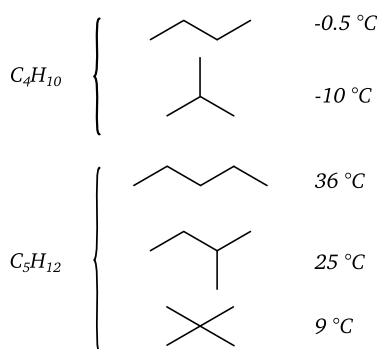


Figure 11.6 – Températures d'ébullition des isomères de deux alcanes

### 11.3.3 Les alcools

Par rapport à l'alcane qui aurait la même chaîne carbonée que l'alcool, la température de fusion et d'ébullition est plus élevée, car en plus des interactions de Van der Waals, un alcool est capable d'établir des liaisons hydrogènes à cause du groupe hydroxyle  $-O-H \cdots O$ , et donc il faut un supplément d'énergie pour briser les liaisons entre les molécules lors des changements de phase (figure 11.7).

### 11.4 Miscibilité avec l'eau

L'eau est un solvant polaire, mais les alcanes sont apolaires, les deux composés ne se mélangent pas : l'essence, le gasoil, les hydrocarbures en général, flottent sur l'eau ou ne sont pas miscibles. Par contre, comme les alcools possèdent un groupe hydroxyle capable de former des liaisons hydro-

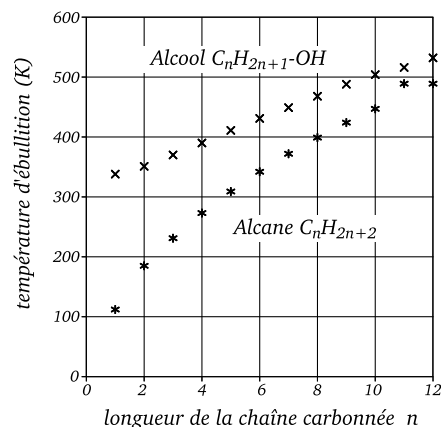


Figure 11.7 – Températures d'ébullition des alcanes linéaires de longueur  $n$  et de l'alcool primaire correspondant

gènes, les alcools sont miscibles avec l'eau. Cependant, si la chaîne carbonée est longue, cette miscibilité décroît car il devient plus difficile d'établir des liaisons hydrogène entre eau et alcool.

Pour séparer l'eau et l'alcool, on réalise une distillation fractionnée pour utiliser le fait que les températures d'ébullition de l'eau et de l'alcool sont différentes. On peut aussi séparer par distillation fractionnée les mélanges d'alcools et les alcanes, c'est le principe du raffinage du pétrole brut (figure 11.8).

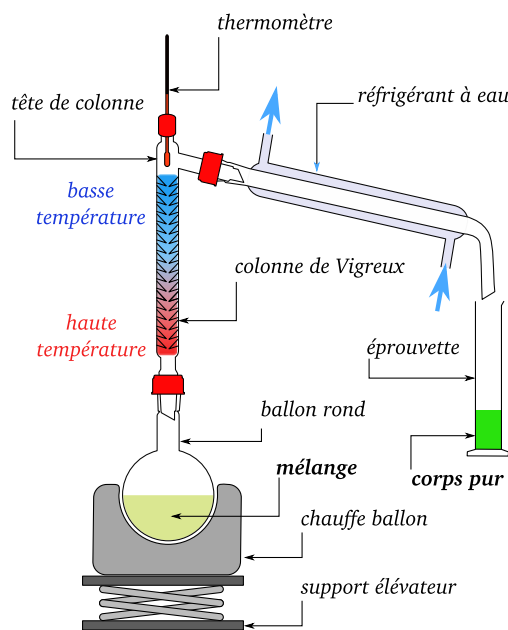


Figure 11.8 – Montage de distillation fractionnée pour séparer un mélange d'espèces

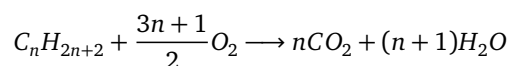
## 11.5 Combustion des alcools et des alcanes

### 11.5.1 Équation de la réaction

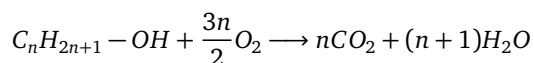
Le principal usage des alcanes est leur combustion pour dégager de l'énergie thermique (chaudières à vapeur, moteurs à essence, moteur diesel, turboréacteurs). Leur combustion, si elle est parfaite, donne de l'eau et du dioxyde de carbone.

Les alcools peuvent aussi être brûlés, mais ce n'est pas leur usage premier industriellement.

Pour un alcane  $C_nH_{2n+2}$ , l'équation de combustion s'écrit



Pour un alcool  $C_nH_{2n+1}-OH$ , l'équation de combustion s'écrit



L'énergie libérée est importante et est proportionnel à la longueur de la chaîne carbonée (de  $660 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  pour  $n = 1$  à  $5400 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  pour  $n = 8$ ). Cependant, si la chaîne est longue, dans la pratique la combustion devient incomplète, et il y a de nombreux résidus (suies, cendres, autres composés organiques).

## 11.6 Exercices

Ex.6 p.196	Ex.8 p.196	Ex.9 p.196
Ex.11 p.196	Ex.12 p.196	Ex.14 p.197
Ex.16 p.197	Ex.18 p.197	Ex.20 p.198
Ex.22 p.198	Ex.27 p.199	Ex.30 p.200

## 11.7 Corrections

**Exercice 6 p.196** 1. (1) ramifié, (2) cyclique. 2. (3) hydrocarbure. 3.(4) alcane, (5) tétragonal, (6) simples. 4. (7) cyclique, (8) cyclanes.

**Exercice 8 p.196** 1. Voir tableau au milieu p.192. 2.a 2,3-diméthyl-butane. 2.b 3,3-diméthyl-pentane. 2.c 2,2-diméthyl-pentane. 2.d 2,4-diméthyl-hexane.

**Exercice 9 p.196** 1. Voir figure 11.9. 2. a) et d)  $C_5H_{12}$ , b) et c)  $C_7H_{16}$ . 3  $C_5H_{12}$  est le pentane,  $C_7H_{16}$  est l'heptane.

**Exercice 11 p.196** Un alcool possède une fonction ?  $-OH$  greffée sur un carbone tétragonal, c'est à dire un carbone qui forme quatre liaisons différentes. Donc les composés qui sont des alcools sont a), c), e) et f). Les composés b) et d) ont des carbones trivalentes.

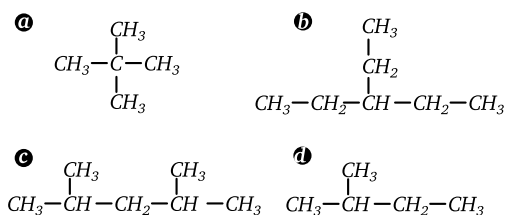


Figure 11.9 – Exercice 9 p.196

**Exercice 12 p.196** 1.a méthanol-1-ol. 1.b butan-1-ol. 1.c 2,3-diméthylbutanol. 1.d 3,3 diméthylbutan-1-ol. 1.e 3,4-diméthyl-pentan-2-ol. 2. Formules topologiques.

**Exercice 14 p.197** Voir figure 11.10.

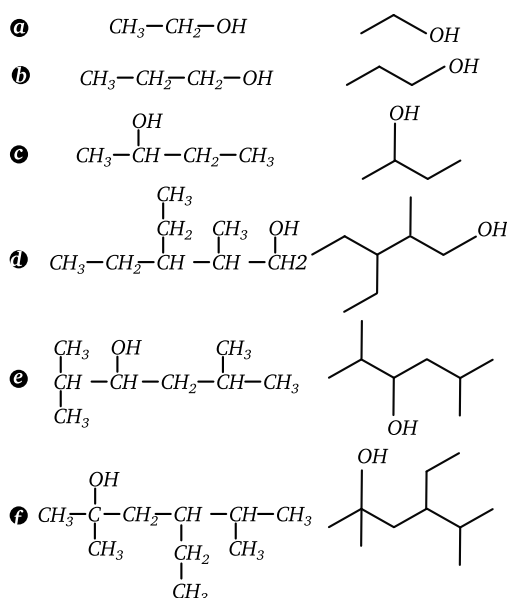


Figure 11.10 – Exercice 14 p.197

**Exercice 16 p.197** Voir figure 11.11. 1. On

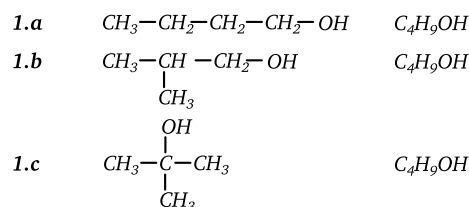


Figure 11.11 – Exercice 16 p.197

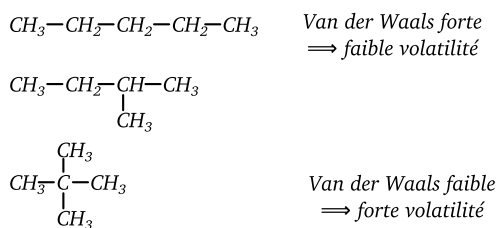
constate que les trois composés sont isomères. 2. Interactions de Van der Waals entre les molécules. 3. Plus une molécule est linéaire, plus les interactions

sont fortes et plus la température d'ébullition augmente. On constate que  $T_{eb(1.a)} > T_{eb(1.b)} > T_{eb(1.c)}$

**Exercice 18 p.197** **Savoir refaire ce schéma !**

- 1 - chauffe ballon
- 2 - support métallique
- 3 - noix de serrage
- 4 - thermomètre
- 5 - support élévateur
- 6 - ballon
- 7 - colonne à distiller
- 8 - erlenmeyer
- 9 - réfrigérant à eau
- 10 - allonge coudée
- 11 - pince
- 12 - tête de colonne

**Exercice 20 p.198** **1.a**  $C_nH_{2n+2}$ . **1.b**  $M(A) = n \times M(C) + (2n+2) \times M(H) = 12n + 2n + 2 = 14n + 2$ . **1.c** Si  $14n + 2 = 72$  alors  $n = \frac{72-2}{14} = 5$ . La formule brute est  $C_5H_{12}$  **2.a** Voir figure 11.12. **2.b** On les classes

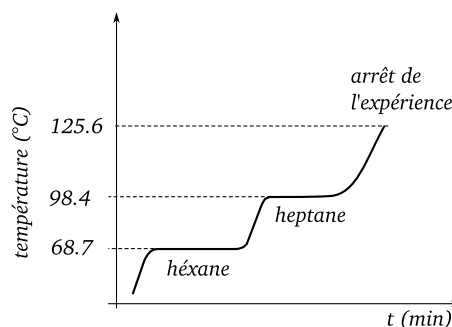


**Figure 11.12** – Exercice 20 p.198

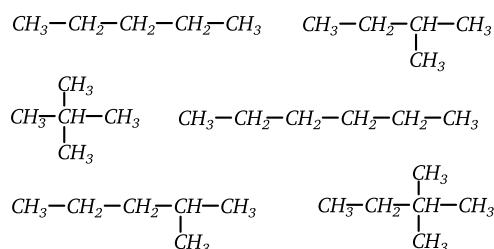
du moins ramifié au plus ramifié. Les plus ramifiés sont les plus volatiles, car les interactions de Van de Waals y sont plus faibles.

**Exercice 22 p.198** **1.** Les chaînes étant de plus en plus longues, l'effet des interactions Van der Waals est de plus en plus fort, il faut donc atteindre une température plus grande pour avoir une transition de phase (évaporation) car l'énergie nécessaire pour séparer les molécules entre elles est de plus en plus grande. **2.** Voir exercice 18 p.197. **3.** L'octane car sa température d'ébullition ( $125.6^\circ C$ ) n'est pas encore atteinte, alors que pour l'hexane et l'heptane c'est déjà le cas. **4.** Leur température d'ébullition. Si le corps n'est pas pur, cette température d'ébullition change. **5.** On observe les paliers d'évaporation des différentes espèces chimiques. Voir figure 11.13..

**Exercice 27 p.199** **1.** Voir figure 11.14. **2.** Van der Waals : dépend de la ramification de l'alcane et de la longueur de la chaîne carbonée. **3.a** Les molécules sont plus lourdes pour une taille semblable. **3.b** Les



**Figure 11.13** – Exercice 22 p.198



**Figure 11.14** – Exercice 27 p.199

chaînes longues peuvent se serrer, s'aligner, s'accoler, elles occupent un volume plus petit, il y a moins d'espace entre elles.

**Exercice 30 p.200** **1.a** Mélange où on observe nettement deux espèces différentes. **1.b** Le dodécane-1-ol n'est pas miscible avec l'eau ou le méthanol. **2.a**  $CH_3-OH$  **2.b** Le dodécane-1-ol a une chaîne beaucoup plus longue, sa température d'évaporation sera plus grande. **3.** On utilise une ampoule à décanter pour séparer les deux phases non miscibles. **4.** Voir schéma doc.12 p.191, distillation fractionnée. **5.** Le résultat n'aurait pas été très bon, car on contrôle moins bien les températures d'évaporation (absence du thermomètre et de la colonne à distiller). La séparation des espèces chimiques se serait mal faite.

