

Chapitre 14 Alcanes et alcools

Manuel pages 236 à 251

Choix pédagogiques. Ce chapitre permet de poursuivre l'étude des molécules organiques commencée en classe de seconde. Elle présente deux classes fonctionnelles de base de la chimie organique, la classe fonctionnelle des alcanes, molécules de formule brute C_nH_{2n+2} (n entier positif non nul) et la classe fonctionnelle des alcools, caractérisée par le groupe caractéristique hydroxyle $-OH$, porté par un atome de carbone qui ne porte pas d'autre groupe caractéristique et qui n'est pas engagé dans une double liaison $C=C$.

Ce chapitre est l'occasion d'introduire les premières notions de nomenclature, outil indispensable des chimistes pour la communication scientifique.

Enfin, la technique expérimentale de la distillation fractionnée est présentée.

Des vidéos ont été réalisées pour illustrer les activités de ce chapitre et aider à leur compréhension. Elles sont disponibles dans le manuel numérique enrichi.

Double page d'ouverture

La Tour de Babel, Bruegel, 1563

La tour de Babel était, selon la Genèse, une tour que souhaitaient construire les Hommes pour atteindre le ciel. Afin d'empêcher ce projet, Dieu multiplia les langues afin que les Hommes ne se comprennent plus. C'est afin d'évoquer ce défaut de communication que nous avons choisi de présenter ce tableau.

L'Union internationale de chimie pure et appliquée fixe – entre autres – les règles de la nomenclature. Ces règles doivent permettre à tous les chimistes de pouvoir communiquer entre eux sans qu'il y ait d'ambiguïté. Certes, des logiciels performants permettent aujourd'hui de dessiner une molécule et d'en déduire le nom et *vice versa*. Toutefois, une communication efficace ne peut pas se faire en ayant en permanence ce logiciel sous les yeux : apprendre les bases de la nomenclature est indispensable.

Les sites réputés comme Wikipédia proposent différents noms pour une même molécule :

2-méthylpropan-2-ol, *t*-butanol, 2-méthyl-2-propanol, alcool *tert*-butylique et 1,1-diméthyléthanol en sont des exemples.

Publicité pour l'alcool de menthe Ricqlès

Le menthol et l'éthanol ont des chaînes carbonées différentes, mais présentent un point commun : la présence du groupe caractéristique hydroxyle $-OH$.

Tour de distillation de pétrole

Les différences de températures d'ébullition des espèces chimiques permettent d'en réaliser la séparation par distillation.

Cette technique est à la fois utilisée dans l'une des plus grosses industries du monde, et, à plus petite échelle, au laboratoire.

Découvrir et réfléchir

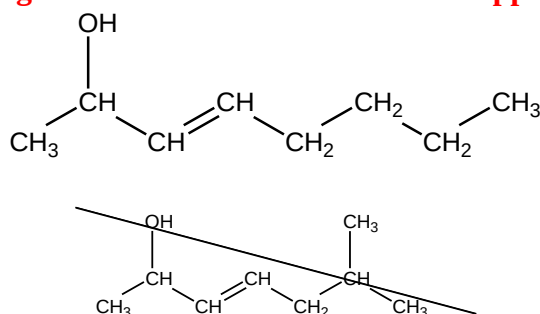
Activité documentaire 1 : Diversité des molécules organiques

Commentaires. Au travers d'espèces chimiques rencontrées dans la nature, à la maison ou au laboratoire, cette activité permet d'appréhender la diversité des structures organiques. Plusieurs dizaines de millions d'espèces organiques sont recensées par les grands organismes tels que Chemical Abstract.

Réponses

1. Analyser les documents

a. Une regrettable erreur s'est glissée dans la formule semi-développée de l'oct-3-ène-2-ol.



L'octane, l'oct-3-ène-2-ol et l'éthanol ont des chaînes carbonées linéaires.

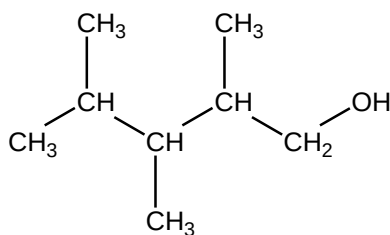
b. Les molécules **b** et **f** ont des chaînes carbonées ramifiées.

c. Les molécules **c** et **f** ont des chaînes carbonées cycliques.

d. Les molécules **d**, **e** et **f** ont un groupe caractéristique hydroxyle.

2. Débattre

Exemple :



La question posée doit amener les élèves à dire que les chimistes organiciens sont capables de synthétiser à peu près n'importe quelle structure organique.

Activité expérimentale 2 : Miscibilité des alcools avec l'eau

Commentaires. Les notions de miscibilité et la solubilité sont étroitement liées. Alors que la solubilité est une grandeur physique mesurable, la miscibilité est un terme utilisé pour décrire l'état final d'un mélange de deux liquides.

Liste du matériel et des solutions

Matériel pour l'expérience 1

- 3 tubes à essais avec bouchons
- Pipette graduée 10 mL, poire d'aspiration
- 1 petit bécher pour l'éthanol

Produits de l'expérience 1

- Eau distillée
- 15 mL d'éthanol

Matériel pour l'expérience 2

- 2 tubes à essais avec bouchons
- Balance
- 1 petit bécher
- Pipette graduée 10 mL, poire d'aspiration
- Pipette en plastique jetable

Produits de l'expérience 2

- Eau distillée
- 5 mL de butan-1-ol
- Rouge soudan III

Réponses

1. Observer

Dans chaque cas on n'observe qu'une phase.

2. Conclure

L'éthanol et l'eau sont totalement miscibles.

3. Observer puis conclure

- La masse maximale est obtenue pour 50 gouttes ajoutées, soit environ 0,80 g.
- On peut donc dissoudre 80 g par litre de butan-1-ol dans la solution (valeur tabulée à 20 °C : 77 g.L⁻¹).

Activité expérimentale 3 : Réaliser une distillation fractionnée

Commentaires. Les espèces distillées ont été choisies en raison de la très bonne séparation qui peut être réalisée par distillation fractionnée. Demander aux élèves de ne pas jeter les produits de distillation : ils peuvent être mélangés afin de servir aux groupes suivants.

Liste du matériel et des solutions

Matériel

- Montage de distillation fractionnée
- Éprouvette graduée de 50 mL
- Balance

Produits : mélange 1/1(V/V) pentane/éthanol

Réponses

1. Exploiter les résultats

Les mesures expérimentales conduisent à d'excellents résultats par rapport aux données de la littérature.

2. Interpréter

Lors des phases de test, nous avons observé une température de distillation du pentane de 35 °C (au lieu de 36 °C), ce qui reste tout à fait dans la barre d'incertitude de mesure.

Il est raisonnable d'affirmer que les espèces distillées sont des corps purs, car les valeurs de deux caractéristiques physiques sont celles de la littérature.

3. Conclure

Le pentane, distillé en premier, est le plus volatil.

Exercices

Exercices d'application

5 minutes chrono !

1. Mots manquants

- a. trois ou quatre
- b. hydroxyle
- c. classe
- d. miscible
- e. grande
- f. distillation fractionnée

2. QCM

- a. ramifiée
- b. 2-méthylpentane
- c. secondaire
- d. 3-méthylbutan-2-ol

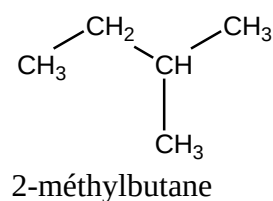
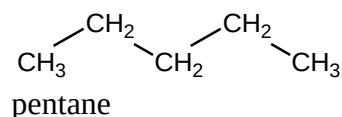
Mobiliser ses connaissances

Chaîne carbonée, nomenclature des alcanes (§1 et 2 du cours)

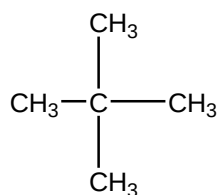
3. a. La chaîne carbonée est C-C-C. Elle est donc linéaire.
b. Chaîne carbonée cyclique.
c. Chaîne carbonée cyclique et ramifiée.
d. Chaîne carbonée linéaire.
-

4. a. butane
b. 3-éthylhexane
c. 2,3,4-triméthylpentane
-

5.



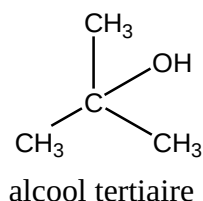
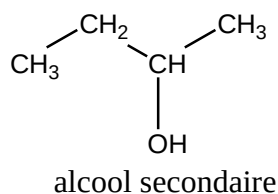
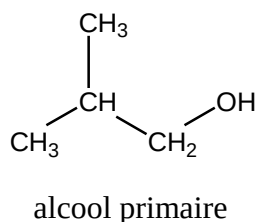
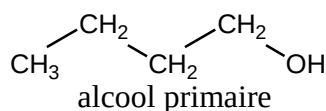
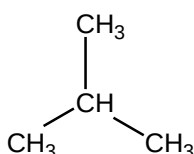
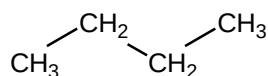
Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 14. Alcanes et alcools



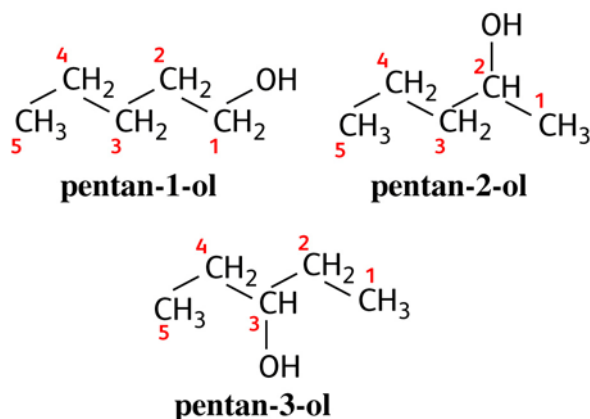
2,2-diméthylpropane

Alcools (§3 du cours)

6. a et b

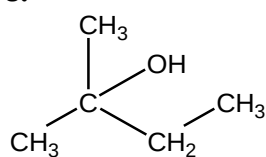


7.



© Corédoc. Nathan 2011

8.



2-méthylbutan-2-ol

9. Premier tube : une seule phase ; deuxième tube : deux phases.

Température et changement d'état (§ 4 du cours)

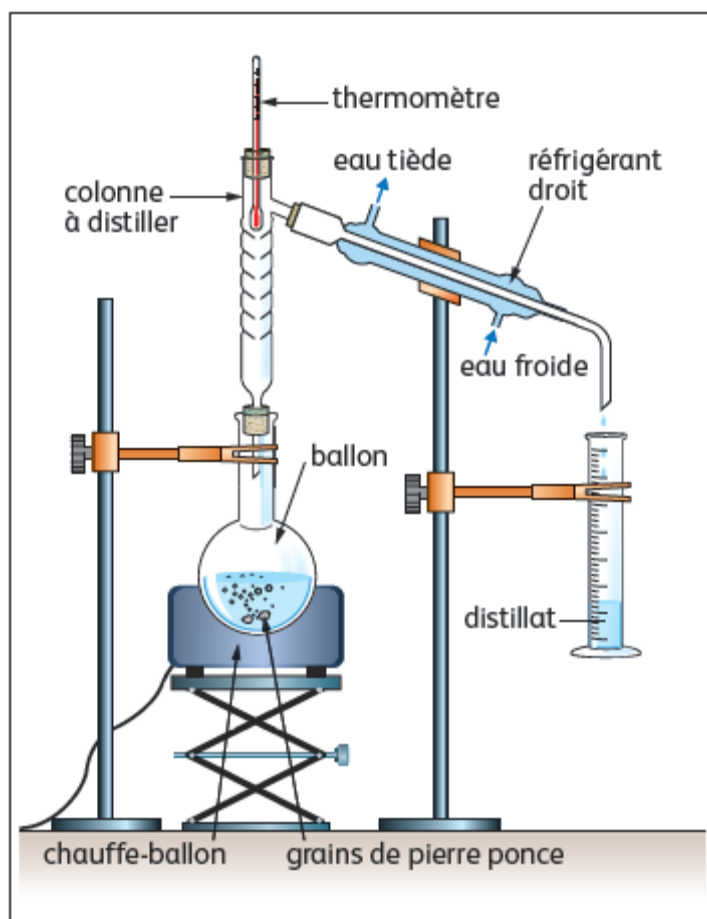
10. A : hexane ; B : pentane.

11. Propane : gazeuse ; propan-1-ol : liquide car un alcane a une température d'ébullition plus faible qu'un alcool de même chaîne carbonée.

12. Le liquide le plus volatil, c'est-à-dire celui qui a la plus basse température d'ébullition, est distillé en premier. Comme $98 < 126$, on recueille en premier l'heptane.

Tester ses compétences

13.

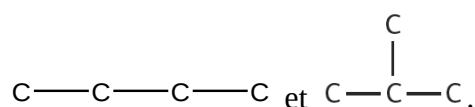


14. En raison des propriétés vues dans le cours, les températures d'ébullition sont, par ordre croissant, celle du méthane, de l'éthane, de l'éthanol et enfin du propan-1-ol.

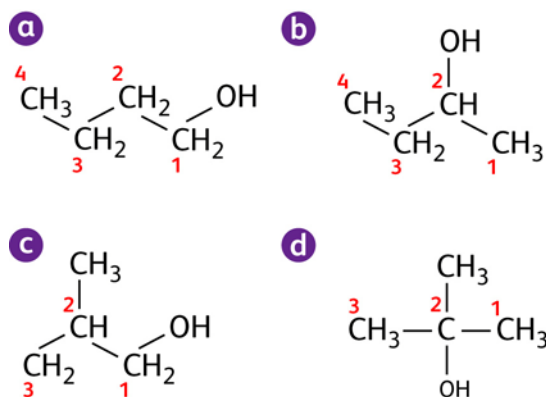
Espèce chimique	méthane	éthane	éthanol	Propan-1-ol
Température d'ébullition	-161 °C	-89 °C	78 °C	97 °C

Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 14. Alcanes et alcools

15. a. Les deux chaînes carbonées non cycliques ayant quatre atomes de carbone sont :



Dans les deux cas, le groupe hydroxyle $-\text{OH}$ peut se lier à deux atomes de carbone différents de la chaîne carbonée, ce qui conduit aux quatre alcools suivants :



© Corédoc. Nathan 2011

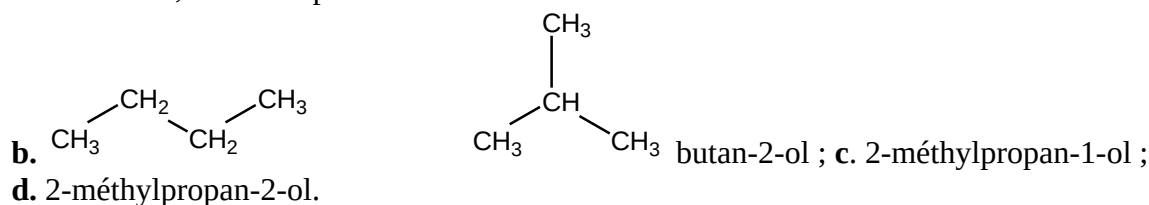
b. La classe de l'alcool est définie par le nombre d'atomes de carbone liés à l'atome de carbone porteur du groupe hydroxyle $-\text{OH}$.

Dans les cas **a** et **c**, le groupe $-\text{OH}$ est lié à un atome de carbone, lui-même lié à un seul autre atome de carbone : ce sont des alcools primaires.

Dans le cas **b**, le groupe $-\text{OH}$ est lié à un atome de carbone, lui-même lié à deux autres atomes de carbone : c'est un alcool secondaire.

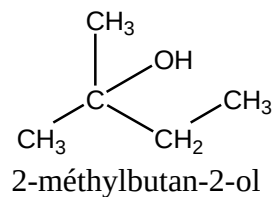
Dans le cas **d**, le groupe $-\text{OH}$ est lié à un atome de carbone, lui-même lié à trois autres atomes de carbone : c'est un alcool tertiaire.

c. Dans les cas **a** et **b**, les chaînes carbonées les plus longues comportent quatre atomes de carbone. Dans les cas **c** et **d**, elles comportent trois atomes de carbone. Les molécules sont donc : **a**. butan-1-ol ;

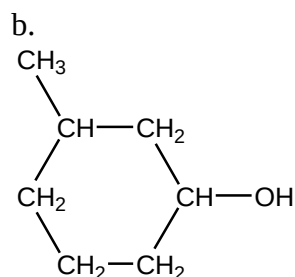


Exercices d'entraînement

17.



18. a. (a)-(3) ; (b)-(1) ; (c)-(2)



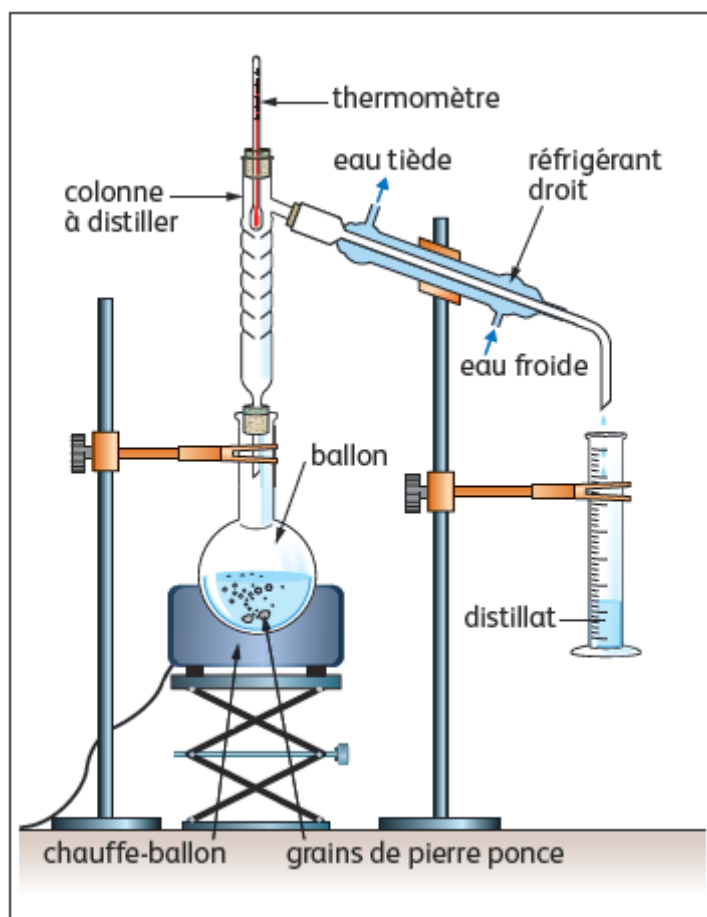
19. a. 11 groupes CH₂, donc 11 autres alcools secondaires.

b. 5 groupes CH₃, donc 5 autres alcools primaires ; 6 groupes CH non engagés dans une double liaison, donc 6 autres alcools tertiaires.

20. a. Gaz liquéfiables, éther de pétrole et naphta, essence, kérosène, gazole et produits lourds.

b. Gaz liquéfiables (< 20 °C), éther de pétrole et naphta (20-60 °C), essence (60-180 °C), kérosène (180-280 °C), gazole (280-360 °C) et produits lourds (plus de 390 °C).

21. 1.



2. Rôle :

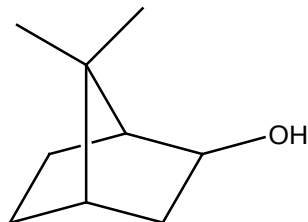
- du thermomètre : mesurer la température d'ébullition de l'espèce qui est en train d'être distillée ;
- du réfrigérant à eau latéral : liquéfier les vapeurs de l'espèce chimique qui est en train d'être distillée ;
- du support élévateur : retirer rapidement et dans de bonnes conditions de sécurité le dispositif de chauffage.

3. a. Le récipient contient le pentane, car sa température correspond à la température d'ébullition observée pour ce volume.

b. Tout le pentane a été distillé ; il reste donc 10 mL d'hexane et 20 mL d'heptane.

Exercices de synthèse

22.



L'isobornéol est un bicyclic.

23. a. hexan-1,2,3,4,5,6-hexol.

b. Plus de groupes hydroxyles, donc plus d'association par liaisons hydrogène au sein du liquide, donc plus grande difficulté à rompre ces liaisons hydrogène pour passer à l'état gazeux.

c. Plus d'association par liaisons hydrogène avec l'eau, donc plus grande solubilité.

24. a. Méthane : 10 électrons

Éthane : 18 électrons

Eau : 10 électrons

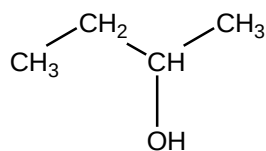
Méthanol : 18 électrons

b. Les données sont en accord avec le modèle présenté.

c. Les liaisons hydrogène entre molécules d'eau expliquent ce désaccord : il faut rompre des liaisons hydrogène entre molécules d'eau pour passer à l'état gazeux, alors que ce n'est pas le cas pour le méthane. L'interprétation est identique pour la comparaison du méthanol et de l'éthane.

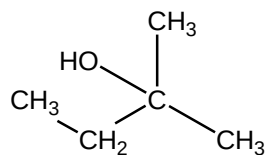
25.

1.



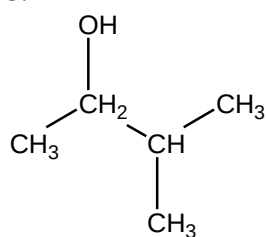
butan-2-ol

2. a.



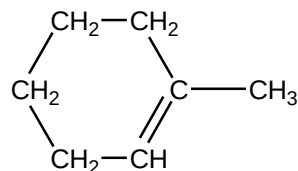
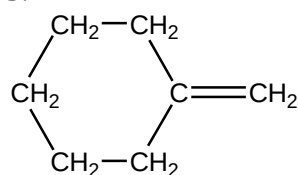
2-méthylbutan-2-ol

b.



3-méthylbutan-2-ol

3.



Sirius 1^{re} S - Livre du professeur
Chapitre 14. Alcanes et alcools

- 26.** a. Il faut retirer deux atomes d'hydrogène pour passer du butane au cyclobutane.
b. Un alcane possédant n atomes de carbone a pour formule brute C_nH_{2n+2} .
c. En s'inspirant de la remarque a., un cyclane possédant n atomes de carbone a donc pour formule brute C_nH_{2n} .
d. La réponse à la question posée est donc : $C_nH_{2n}O$.