

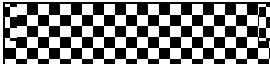
TS Spécialité	Chimie	La menthone	Exercice résolu
--------------------------	--------	--------------------	----------------------------

Enoncé

La menthone est l'un des constituants de certaines espèces de menthe dont la menthe poivrée (*mentha piperita*). Son odeur et sa saveur fraîche, analogues à celle de la menthe, en font un arôme très utilisé dans les produits alimentaires.

A. Extraction de l'huile essentielle de menthe poivrée

Données :

	cyclohexane	éthanol	eau	huile essentielle de menthe poivrée
densité	0,78	0,77	1,00	à déterminer
solubilité dans l'eau	nulle	très importante		faible
solubilité dans le cyclohexane		très importante	nulle	très importante
solubilité dans l'éthanol	très importante		très importante	très importante

1. Hydrodistillation de la menthe poivrée

- Pour extraire l'huile essentielle de feuilles de menthe poivrée par hydrodistillation, on réalise le montage schématisé en annexe n°1. Légender les éléments matériels de ce schéma.
- Que place-t-on dans l'élément n°1 du montage ?
- Pourquoi cette technique porte-t-elle également le nom « d'entraînement par la vapeur » ? Quel est son intérêt ?
- Quel est le rôle de l'élément n°4 du montage ? Par où l'eau doit-elle y entrer ?
- L'hydrodistillat recueilli dans l'élément n°5 est une émulsion. Expliquer ce terme.
- Sachant qu'un volume $V = 40,0$ mL d'huile essentielle de menthe poivrée a une masse $m = 36,0$ g, calculer la masse volumique ρ de l'huile essentielle de menthe poivrée. En déduire sa densité d .

2. Extraction par un solvant

- Quel est l'objectif de cette extraction ?
- Quel solvant faut-il utiliser et pourquoi ?
- L'hydrodistillat est versé dans une ampoule à décanter. On agite et on laisse reposer. Préciser alors le contenu et la position de chaque phase.

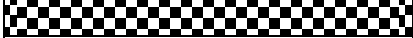
B. Chromatographie

Pour vérifier la présence de menthone dans l'huile essentielle extraite des feuilles de menthe poivrée, on réalise une chromatographie sur couche mince (CCM). Le chromatogramme obtenu est donné en annexe n°2.

- L'éluant est le dichlorométhane. Quel est son rôle ?
- Que matérialise les traits repérés par les lettres A et B ?
 - Que peut-on dire des constituants de l'huile essentielle de menthe poivrée ?
 - Calculer le rapport frontal de la menthone.

C. Préparation de la menthone à partir du menthol

La menthone ne représente que 10 % de l'huile essentielle mais on peut préparer cet arôme par oxydation ménagée du menthol, lui même obtenu par extraction de l'espèce végétale (50 % de l'huile essentielle).

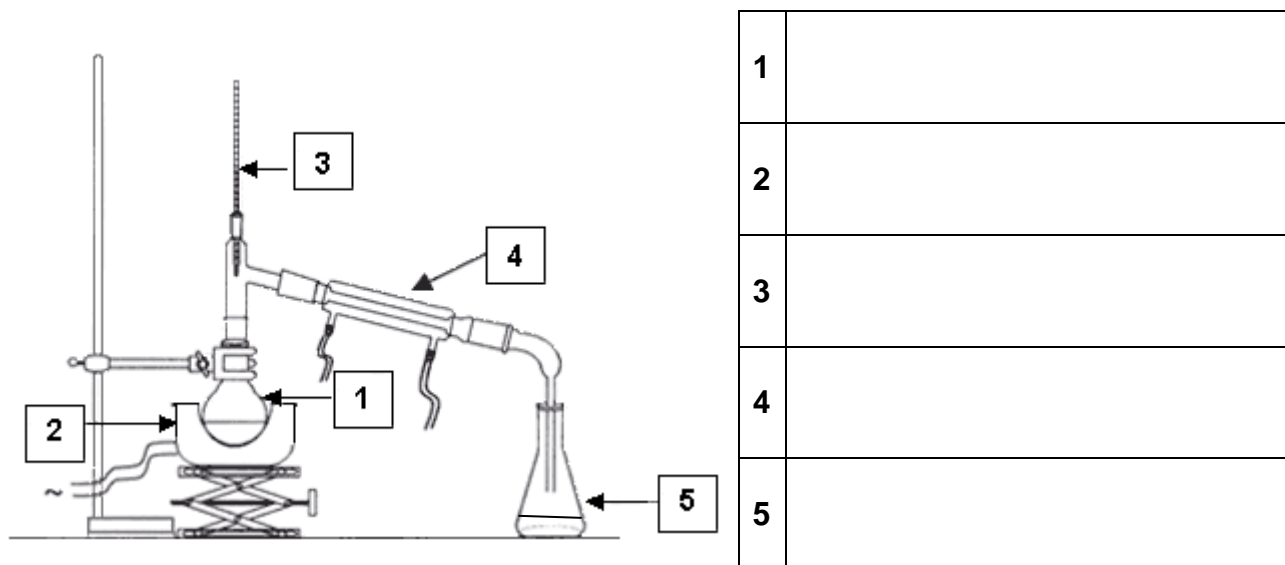
	menthol	menthone
formule brute	$C_{10}H_{20}O$	$C_{10}H_{18}O$
masse molaire ($g \cdot mol^{-1}$)	156	154
température d'ébullition	215 °C	209 °C
température de fusion	43 °C	- 6,5 °C

- A quelle(s) famille(s) chimique(s) appartiennent le menthol et la menthone ?
 - A 20°C, sous quel(s) état(s) physique(s) se présentent la menthol et la menthone ?
- En milieu acide, on effectue une oxydation ménagée du menthol par l'ion permanganate MnO_4^- (l'ion permanganate appartient au couple d'oxydoréduction : MnO_4^- / Mn^{2+}).

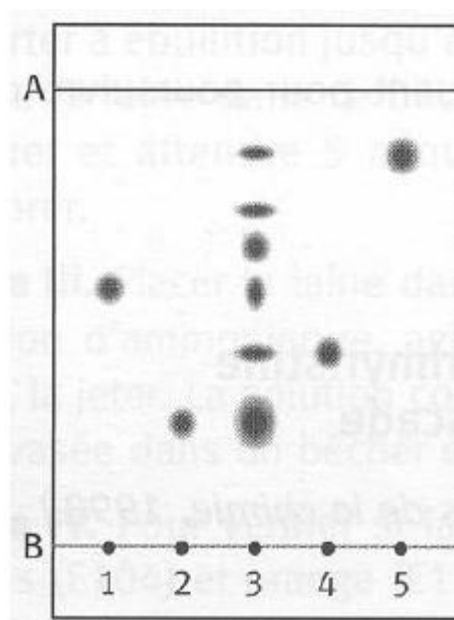
 - Sans justifier, écrire le couple d'oxydoréduction mettant en jeu la menthone et le menthol.
 - Écrire les demi-équations électroniques et l'équation mises en jeu lors de l'oxydation ménagée du menthol par l'ion permanganate.
- On dispose d'un échantillon d'huile essentielle de masse $m_0 = 10,0$ g.

 - Quelles sont les masses m_1 de menthol et m_2 de menthone présentes dans cet échantillon ?
 - A la fin de l'oxydation ménagée du menthol contenu dans l'échantillon, de quelle masse totale m_t de menthone disposera-t-on ?

Annexes

Annexe n°1Annexe n°2

- 1 : dépôt de menthone
 2 : dépôt de menthol
 3 : dépôt d'huile essentielle de menthe poivrée
 4 : dépôt d'eucalyptol
 5 : dépôt de menthofuranne



Corrigé

A. Extraction de l'huile essentielle de menthe poivrée

1. Hydrodistillation de la menthe poivrée

a) Pour extraire l'huile essentielle de feuilles de menthe poivrée par hydrodistillation, on réalise le montage schématisé en annexe n°1. Légendez les éléments matériels de ce schéma.

1	Ballon à fond rond
2	Chauffe ballon électrique
3	Thermomètre
4	Réfrigérant droit
5	Erlenmeyer

b) Que place-t-on dans l'élément n°1 du montage ?

Des feuilles de menthe poivrée (écrasées) et de l'eau distillée (on fait une décoction).

c) Pourquoi cette technique porte-t-elle également le nom « d'entraînement par la vapeur » ? Quel est son intérêt ?

Sous l'action de la chaleur, les cellules végétales éclatent et libèrent des composés organiques odorants et volatils. La vapeur d'eau formée entraîne ces composés à l'état gazeux. L'avantage de cette technique réside en l'abaissement de la température de distillation (azéotropie) : les composés volatils sont donc entraînés à des températures beaucoup plus basses que leur température d'ébullition, ce qui évite leur décomposition.

d) Quel est le rôle de l'élément n°4 du montage ? Par où l'eau doit-elle y entrer ?

Le réfrigérant réalise la condensation du mélange gazeux. L'eau doit entrer par le bas : ainsi, en cas d'arrêt de la circulation d'eau, le réfrigérant reste rempli.

e) L'hydrodistillat recueilli dans l'élément n°5 est une émulsion. Expliquer ce terme.

Bien que faible, la partielle solubilité de l'huile essentielle dans l'eau ne permet pas d'observer deux phases. Les gouttelettes d'huile essentielle restent en suspension dans l'eau.

f) Sachant qu'un volume $V = 40,0$ mL d'huile essentielle de menthe poivrée a une masse $m = 36,0$ g, calculer la masse volumique ρ de l'huile essentielle de menthe poivrée. En déduire sa densité d .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{soit : } \rho = \frac{36,0}{40,0} = 9,00 \times 10^{-1} \text{ g.cm}^{-3} \Rightarrow d = 9,00 \times 10^{-1}$$

2. Extraction par un solvant

a) Quel est l'objectif de cette extraction ?

Il s'agit de séparer la phase organique contenant la majorité des composés odorants (l'huile essentielle est très soluble dans un solvant organique) de la phase aqueuse n'en contenant que très peu.

b) Quel solvant faut-il utiliser et pourquoi ?

Il faut utiliser le cyclohexane et non l'éthanol car :

- l'huile essentielle est plus soluble dans le cyclohexane que dans l'eau,
- le cyclohexane, contrairement à l'éthanol, n'est pas soluble dans l'eau.

c) L'hydrodistillat est versé dans une ampoule à décanter. On agite et on laisse reposer. Préciser alors le contenu et la position de chaque phase.

La densité du cyclohexane est plus faible que celle de l'eau : la phase organique sera donc au-dessus de la phase aqueuse. La phase organique contient le cyclohexane et quasiment toute l'huile essentielle et la phase aqueuse contient de l'eau et des traces d'huile essentielle.

B. Chromatographie

1. L'éluant est le dichlorométhane. Quel est son rôle ?

Le rôle de l'éluant est d'entraîner les espèces chimiques déposées sur la ligne de dépôt lors de sa migration le long de la plaque de chromatographie. L'éluant entraînant des espèces chimiques différentes à des vitesses différentes suivant leurs propriétés respectives : il permet de séparer les espèces chimiques du mélange.

2. a) Que matérialise les traits repérés par les lettres A et B ?

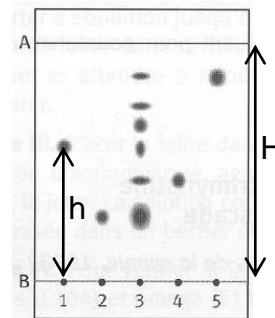
A : front de l'éluant - B : ligne de dépôt.

b) Que peut-on dire des constituants de l'huile essentielle de menthe poivrée ?

L'huile essentielle de menthe poivrée contient de la menthone, du menthol, de l'eucalyptol et du menthofuranne. En effet, chaque tache obtenue pour cette huile est à la même hauteur que la tache obtenue pour l'un des composés purs cités ci-dessus. Elle contient au moins deux autres constituants non identifiables.

c) Calculer le rapport frontal de la menthone.

$$R_f = \frac{h}{H} \quad \text{soit : } R_f = \frac{3,4}{6,0} = 0,57$$



C. Préparation de la menthone à partir du menthol

1. a) A quelle(s) famille(s) chimique(s) appartiennent le menthol et la menthone ?

Menthol : alcool secondaire - Menthone : cétone.

b) A 20°C, sous quel(s) état(s) physique(s) se présentent la menthol et la menthone ?

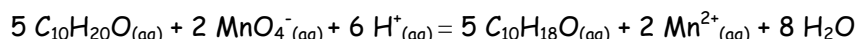
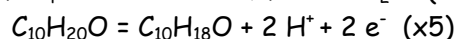
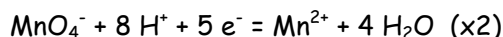
Menthol : solide - Menthone : liquide.

2. En milieu acide, on effectue une oxydation ménagée du menthol par l'ion permanganate MnO_4^- (l'ion permanganate appartient au couple d'oxydoréduction : MnO_4^- / Mn^{2+}).

a) Sans justifier, écrire le couple d'oxydoréduction mettant en jeu la menthone et le menthol.

Le menthol est oxydé : c'est donc un réducteur et il appartient au couple $C_{10}H_{18}O$ / $C_{10}H_{20}O$.

b) Ecrire les demi-équations électroniques et l'équation mises en jeu lors de l'oxydation ménagée du menthol par l'ion permanganate.



3. On dispose d'un échantillon d'huile essentielle de masse $m_0 = 10,0$ g.

a) Quelles sont les masses m_1 de menthol et m_2 de menthone présentes dans cet échantillon ?

L'huile essentielle contient :

- 50% de menthol : $m_1 = 10,0 \times 0,500 = 5,00$ g

- 10% de menthone : $m_2 = 10,0 \times 0,100 = 1,00$ g

b) A la fin de l'oxydation ménagée du menthol contenu dans l'échantillon, de quelle masse totale m_t de menthone disposera-t-on ?

D'après l'équation de la question 2.b : $n(C_{10}H_{20}O)_i = n(C_{10}H_{18}O)_f$

$$\Rightarrow \frac{m(C_{10}H_{18}O)_f}{M(C_{10}H_{18}O)} = \frac{m(C_{10}H_{20}O)_i}{M(C_{10}H_{20}O)} \Rightarrow m(C_{10}H_{18}O)_f = \frac{m(C_{10}H_{20}O)_i}{M(C_{10}H_{20}O)} \cdot M(C_{10}H_{18}O)$$

$$\text{Soit : } m(C_{10}H_{18}O)_f = \frac{5,00}{156} \times 154 = 4,94 \text{ g} \Rightarrow m_t = m_2 + m(C_{10}H_{18}O)_f = 1,00 + 4,94 = 5,94 \text{ g}$$