



• Cette activité est très différente des activités proposées dans le chapitre 14 :

- Elle aborde le prélèvement de quantité de matière.
- Le protocole n'est pas donné dans son intégralité : c'est à l'élève de choisir le montage, le solvant à utiliser lors de l'étape de séparation, etc. Les élèves de Seconde ne sont pas en mesure de construire entièrement le protocole d'une synthèse organique, mais ils peuvent

Réponses

1. a. Le montage utilisé pour la réaction doit permettre de chauffer le milieu réactionnel sans perte de matière (doc. 6). Seul le montage b, avec un réfrigérant vertical, permet de condenser les vapeurs dans le ballon.

b. • L'AIBN est fourni en solution. Il faut calculer le volume à prélever :

$$V = \frac{m}{C} = \frac{n \times M}{C} = \frac{0,4 \times 10^{-3} \times 164}{34} = 2 \text{ mL}$$

Ce volume est prélevé à l'aide d'une pipette graduée ou d'une éprouvette graduée de 10 mL. Il faut porter des gants, des lunettes de protection et une blouse fermée.

• Le volume de styrène à prélever est :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{n \times M}{\rho} = \frac{44 \times 10^{-3} \times 104}{0,91} = 5,0 \text{ mL}$$

Ce volume est prélevé à l'aide d'une éprouvette graduée (pas besoin d'une grande précision en chimie organique). Le prélèvement doit être effectué sous hotte, il faut porter des gants, des lunettes de protection et une blouse fermée.

2. En versant le mélange réactionnel dans un solvant ou le polystyrène n'est pas soluble, cela permet de le faire précipiter et de le récupérer par filtration. Deux solvants conviennent (doc. 4) ; on choisit le moins toxique des deux, à savoir l'éthanol.

Protocole :

- Verser le milieu réactionnel sous agitation dans un bécher contenant de l'éthanol.
- Réaliser le montage de filtration sous pression réduite et humidifier le papier-filtre à l'aide d'éthanol.
- Verser le contenu du bécher dans l'entonnoir Büchner.

en construire une partie. Cette activité permet donc de préparer les élèves à l'élaboration de protocoles.

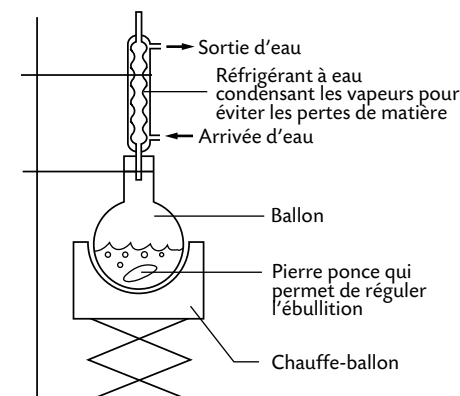
Compléments

Cette activité expérimentale est inspirée de l'épreuve de manipulation des Olympiades Nationales de la Chimie 2013. Pour plus de renseignements, voir BUP n° 962, mars 2014.

• Récupérer le solide.

Il est aussi possible d'ajouter entre les étapes 3 et 4 : couper l'aspiration et rincer le solide avec un peu d'éthanol.

3. a.



b. Les noms des éléments 1 à 4 (doc. 5) sont :

① : trompe à eau ; ② : entonnoir Büchner ; ③ : filtre ; ④ : fiole à vide

4. La première étape de la synthèse d'un produit solide est la réalisation de la transformation chimique dans un montage à reflux, qui permet de travailler sans perte de matière.

Il faut ensuite que le produit de la réaction précipite afin de pouvoir l'isoler par filtration sous pression réduite.

La caractérisation n'est pas évoquée dans cette activité, mais on peut réaliser une CCM ou la mesure de son point de fusion pour identifier et vérifier la pureté du produit obtenu.

Exercices

QCM

Un QCM supplémentaire interactif est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

1. 1. A ; 2. B ; 3. B ; 4. C.

2. 1. A ; 2. C ; 3. C.

3. 1. B et C ; 2. C ; 3. B et C ; 4. A et C.

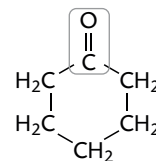
4. 1. A, B et C ; 2. A et B ; 3. C ; 4. B et C.

► p. 281 à 292 du manuel

Application immédiate

Une version diaporama de l'exercice résolu est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

6. 1. Le groupe carbonyle est caractéristique de la cyclohexanone :



— Groupe carbonyle

$$2. n(A) = \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{\rho(A) \times V(A)}{M(A)} = \frac{d(A) \times \rho(\text{eau}) \times V(A)}{M(A)}$$

$$n(A) = \frac{0,95 \times 1000 \times 3,7 \times 10^{-3}}{98,1} = 3,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n(B) = \frac{m(B)}{M(B)} = \frac{5,7}{158,0} = 3,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Le prélèvement de A se fait à l'aide d'une éprouvette graduée ou d'une pipette graduée.

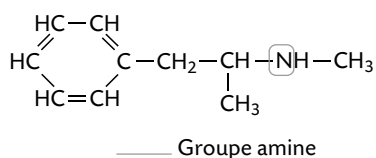
Le prélèvement de B se fait à l'aide d'une balance précise au dixième de gramme, une spatule et une coupelle de pesée.

Corrigés des exercices

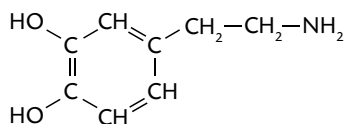
Grille d'évaluation des compétences spécifiques du chapitre : voir www.hachette-education.com (fiche du manuel).

7 1. La formule brute de la pervitine est $C_{10}H_{15}N$. Cette molécule est composée de 10 atomes de carbone, 15 atomes d'hydrogène et un atome d'azote.

2. et 3.



8 1.



2. Le groupe caractéristique noté 1 est un groupe hydroxyle ; le groupe caractéristique noté 2 est un groupe amine.

9 1. La formule brute de ces molécules est $C_4H_9NO_2$.

2. Ces deux espèces chimiques sont bien isomères, car elles ont la même formule brute mais pas la même formule semi-développée.

10 Ces deux molécules sont bien celles d'espèces isomères, car elles n'ont pas la même formule semi-développée, mais elles ont la même formule brute : $C_4H_8O_3$.

11 À 25 °C , l'acide lactique est liquide ($T_{\text{fus}} < 25\text{ °C}$) ; les deux autres acides sont solides. On peut les distinguer à l'aide d'un banc Köfler, par mesure de leur température de fusion, ou bien en chauffant les deux solides sur une plaque chauffante (le premier qui fond est l'acide acétylsalicylique).

- 12** • Styrène : $-31\text{ °C} < 25\text{ °C} < 145\text{ °C}$: liquide
 • Acide adipique : $25\text{ °C} < 152\text{ °C} < 338\text{ °C}$: solide
 • 1,3-butadiène : $-109\text{ °C} < -4\text{ °C} < 25\text{ °C}$: gazeux
 • Éthène : $-169\text{ °C} < -104\text{ °C} < 25\text{ °C}$: gazeux
 • Butane-1,4-diamine : $25\text{ °C} < 27\text{ °C} < 160\text{ °C}$: solide

13 1. L'expérience réalisée correspond au chromatogramme a, car c'est sur celui-ci que l'estragol est le moins entraîné.

2. Dans l'huile essentielle d'estragon, il y a bien de l'estragol, car le chromatogramme révèle une tache qui se trouve à la même hauteur que celle de l'estragol de référence. De plus, il y a d'autres espèces chimiques (non identifiées par cette expérience) dans l'huile essentielle d'estragon, qui est donc un mélange.

14 L'huile essentielle de menthe est un mélange, car le chromatogramme montre six taches différentes, correspondant à au moins six espèces chimiques différentes.

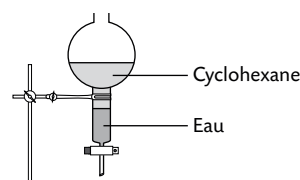
Parmi ces taches, l'une se trouve à la même hauteur que celle du menthol de référence et une autre à la même hauteur que celle de l'eucalyptol de référence.

L'huile essentielle de menthe contient donc du menthol et de l'eucalyptol.

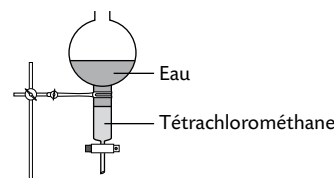
15 1. 1 : ballon ; 2 : chauffe-ballon ; 3 : thermomètre ; 4 : réfrigérant ; 5 : erlenmeyer ; 6 : support élévateur

2. L'huile essentielle de gaulthérie a une densité égale à 1,2, c'est-à-dire supérieure à celle de l'eau qui vaut 1 : cette huile occupe la phase inférieure du mélange dans l'erlenmeyer.

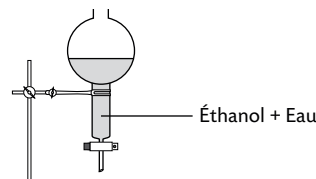
16 a. Le cyclohexane est moins dense que l'eau et il est non miscible à l'eau :



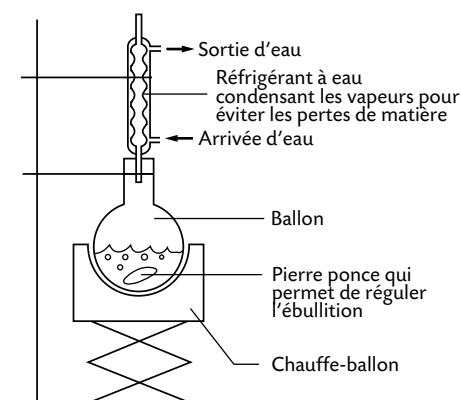
b. Le tétrachlorométhane est plus dense que l'eau et il est non miscible à l'eau :



c. L'éthanol et l'eau sont miscibles entre eux. Il n'y a qu'une seule phase :



17 1.



2. On chauffe à reflux pour pouvoir chauffer sans perte de matière par évaporation et pour accélérer la réaction.

$$3. n(\text{gly}) = \frac{m(\text{gly})}{M(\text{gly})} = \frac{\rho(\text{gly}) \times V(\text{gly})}{M(\text{gly})}$$

$$n(\text{gly}) = \frac{1,26 \times 10 \times 10^{-3}}{92,0} = 1,4 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

18 Pour l'acide para-aminobenzoïque :

$$m_1 = n_1 \times M_1 = 7,88 \times 10^{-3} \times 137 = 1,08 \text{ g}$$

Pour l'éthanol :

$$m_2 = \rho_2 \times V_2 = 0,79 \times 17,5 = 14 \text{ g}$$



19 1. Pour le paraphénylènediamine :

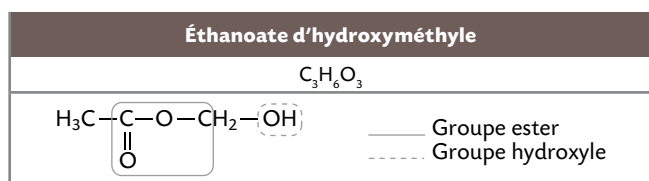
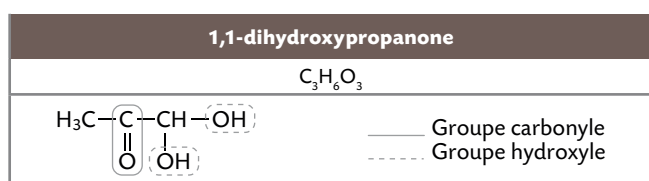
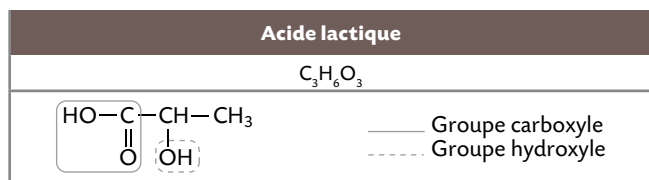
$$m_1 = n_1 \times M_1 = 0,50 \times 108,0 = 54 \text{ g}$$

Pour le chlorure de téréphtaloyle :

$$m_2 = n_2 \times M_2 = 0,50 \times 203,0 = 1,0 \times 10^2 \text{ g}$$

2. Les cristaux à prélever seront pesés à l'aide d'une balance précise au gramme près, d'une spatule et d'une coupelle de pesée. On prend un soin particulier à veiller qu'aucune trace de cristaux ne soit rejetée à l'évier. Ce prélèvement doit être réalisé sous hotte.

20 1. et 2.



3. Les trois espèces sont isomères ; leurs molécules ont la même formule brute ($C_3H_6O_3$), mais des formules semi-développées différentes.

21 1. On appelle isomères des espèces dont les molécules ont la même formule brute mais des formules semi-développées différentes.

2. Formule brute de A et B : $C_9H_9N_3Cl_2$.

3. Les deux molécules sont bien celles d'espèces isomères, car elles ont la même formule brute.

22 1. a. L'extraction réalisée est une extraction par solvant (extraction solide/liquide), plus précisément une macération.

b. L'huile de macération peut être récupérée par filtration.

2. Si l'arnicine est très soluble dans l'eau bouillante, on peut envisager une extraction par décoction :

- Placer 100 à 300 g de fleurs ou de plante d'arnica dans un récipient contenant de l'eau.
- Porter l'ensemble à ébullition.
- Attendre le temps nécessaire pour réaliser l'extraction.
- Laisser refroidir le mélange.
- Filtrer sur un entonnoir muni d'un papier filtre.

3. Le risque de la décoction est de détruire les principes actifs. La macération est donc une technique plus « douce », car, en évitant le chauffage, on évite la destruction des principes actifs.

23 Un protocole d'extraction par solvant de la capsaïcine est le suivant :

- Broyer des piments dans un mortier à l'aide d'un pilon.
- Introduire le broyat dans un récipient avec de l'éthoxyéthane sous une hotte aspirante.
- Laisser macérer le temps suffisant pour réaliser l'extraction.

• Filtrer l'ensemble sur un entonnoir muni d'un filtre.

• Récupérer le filtrat, évaporer le solvant pour récupérer la capsaïcine isolée.

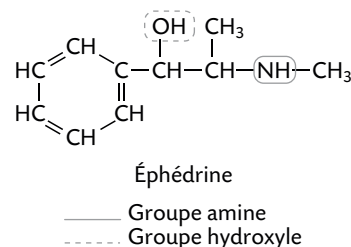
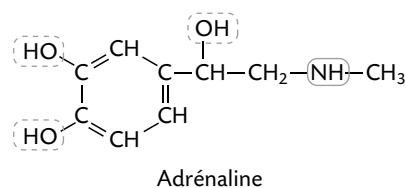
Remarque : l'utilisation de l'éthanol extrait également l'eau des piments.

Schémas : voir p. 204 du manuel.

24 1. a. Dans un premier temps (rameaux d'Éphedra dans une solution aqueuse), il s'agit d'une extraction solide/liquide. Dans un second temps, l'extraction au chloroforme est une extraction liquide/liquide..

b. L'évaporation chasse le solvant et permet ainsi d'isoler les alcaloïdes.

2. a.



3. a. Les masses à prélever sont :

$$m(A) = n(a) \times M(A) = 0,10 \times 78,0 = 7,8 \text{ g}$$

$$m(B) = n(B) \times M(B) = 0,20 \times 92,5 = 19 \text{ g}$$

b. Les volumes à prélever sont donc :

$$V(A) = m(A)/\rho(A) = 7,8/0,88 = 8,9 \text{ mL}$$

$$V(B) = m(B)/\rho(B) = 19/1,06 = 18 \text{ mL}$$

c. On prélève $V(A)$ et $V(B)$ à l'éprouvette graduée.

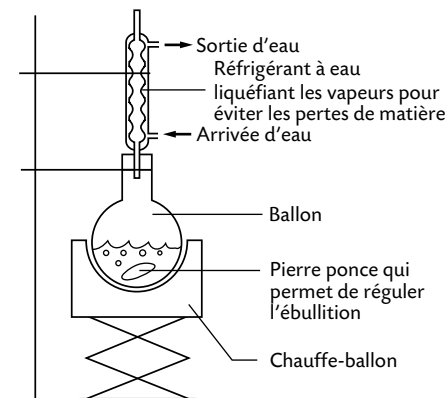
4. Elle n'est pas artificielle puisqu'elle existe dans la nature.

25 Les élastomères sont des polymères très utilisés, mais nombre d'entre eux sont issus du pétrole. Cela pose divers problèmes, notamment la diminution des ressources fossiles et l'émission de gaz à effet de serre.

Par rapport à un élastomère traditionnel, l'élastomère Pebax® Rnew présente des avantages technologiques : il est 20 % plus léger, il offre une meilleure résistance aux chocs, un retour d'énergie plus élevé et plus rapide au coureur, une excellente résistance aux UV et il ne se rigidifie pas à basse température. Par ailleurs, le Pebax® Rnew est produit à partir de matière végétale (huile de ricin). Ainsi, sa fabrication, son utilisation et sa fin de vie permettent une diminution jusqu'à 29 % de l'énergie fossile consommée (pétrole) et une diminution jusqu'à 32 % des émissions de gaz à effet de serre.

Ainsi, l'élastomère Pebax® Rnew semble allier des avantages sociétaux et de nombreux avantages technologiques.

26 1. a.



b. Le réfrigérant liquéfie les vapeurs, qui retombent sous forme liquide dans le ballon.

2. • Pour l'espèce A :

$$25\text{ °C} < 143\text{-}148\text{ °C} < 317\text{ °C}.$$

La température ambiante est inférieure à la température de fusion de A. L'espèce A est donc bien solide.

• Pour l'espèce B :

$$-50\text{ °C} < 25\text{ °C} < 55\text{ °C}$$

La température ambiante se situe entre la température de fusion et d'ébullition de B. L'espèce B est donc liquide à température ambiante.

3. a. $m(A) = n(A) \times M(A) = 2,0 \times 10^{-2} \times 197,7 = 4,0\text{ g}$

b. $m(B) = n(B) \times M(B) = 9,7 \times 10^{-2} \times 73,0 = 7,1\text{ g}$

Donc $V(B) = \frac{m(B)}{\rho(B)} = \frac{7,1}{0,707} = 10\text{ mL}$

c. Le prélèvement de A se fait à l'aide d'une balance précise au dixième de gramme, d'une spatule et d'une coupelle de pesée.

Le prélèvement de B se fait à l'aide d'une éprouvette graduée, car la précision de la mesure (deux chiffres significatifs) ne nécessite pas une verrerie plus précise.

Les prélèvements s'effectuent sous hotte.

4. On déduit de l'analyse du chromatogramme que le produit de synthèse n'est pas pur : il contient bien l'espèce chimique recherchée, la lidocaïne. En effet, il présente une tache au même niveau que celle de la lidocaïne de référence. Cependant, il contient encore du réactif A comme le montre la tache située au même niveau que le dépôt A de référence.

27 Traduction : Polymères synthétiques

Le stade Riverbank Arena, utilisé pour la pratique du hockey depuis les Jeux olympiques de Londres en 2012, est fait de polyéthylène Dowlex™.

Certaines molécules contiennent tellement d'atomes (jusqu'à des dizaines de milliers) que la compréhension de leur structure semble être une tâche impossible.

Ces molécules, appelé polymères, se répartissent en deux catégories : naturelles et synthétiques. Les polymères naturels comprennent un grand nombre de biomolécules qui sont essentielles à la vie : protéines, acides nucléiques et glucides [...]. Les polymères synthétiques, dont la plupart ont été développés dans les 60 dernières années, comprennent les plastiques, les caoutchoucs synthétiques et les fibres synthétiques.

La plus simple des très grandes molécules (ou macromolécule) est le polyéthylène. Le polyéthylène est formé en joignant plusieurs molécules d'éthylène, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, bout à bout. L'addition répétée de petites molécules pour former une longue chaîne continue est appelé polymérisation, et la chaîne résultante est appelée un polymère (poly = plusieurs ; mère = unité). Les petites molécules à partir desquelles les polymères sont synthétisés sont appelés monomères.

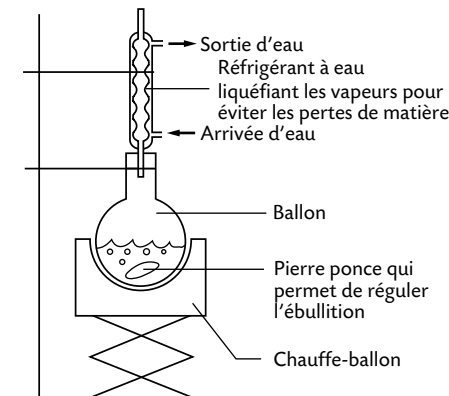
1. Le polyéthylène est un polymère synthétique.

2. Le monomère servant à la synthèse du polyéthylène est l'éthylène.

3. Une polymérisation est l'addition répétée de petites molécules, les monomères, mis bout à bout, pour former une longue chaîne continue nommée polymère.

4. Dans le doc. 2, la lettre n indique le nombre de fois où le motif de base du polymère est répété.

28 1.



2. Pour manipuler les réactifs, il faut les tenir éloignés de toute source de flamme ou de chaleur. Le méthanol doit faire l'objet d'un soin particulier en raison des risques pour la santé : il doit être manipulé sous la hotte aspirante.

Quant au cyclohexane, on ajoute aux précautions précédentes une attention particulière pour le recyclage de ce solvant, qui ne doit en aucun cas être jeté à l'évier.

Il faut bien évidemment utiliser des gants et des lunettes de protection.

3. $n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{27,6}{138,0} = 0,200\text{ mol}$

$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{\rho_2 \times V_2}{M_2} = \frac{0,79 \times 20}{32,0} = 0,5\text{ mol}$

4. a. Extraction du salicylate de méthyle par le cyclohexane est une extraction liquide/liquide :

- Placer le mélange réactionnel refroidi dans une ampoule à décanter.
- Ajouter quelques millilitres de cyclohexane.
- Boucher l'ampoule, la retourner, dégazer.
- Agiter l'ampoule en dégazant régulièrement.
- Replacer l'ampoule sur son support, enlever son bouchon et laisser décanter.
- Soutirer la phase aqueuse (phase inférieure).
- Récupérer la phase organique (cyclohexane + salicylate de méthyle).

b. La phase organique est la phase supérieure, car sa densité est plus faible que celle de l'eau ($0,78 < 1$).

5. a. La quantité de salicylate de méthyle obtenu est :

$$n_3 = \frac{m_3}{M_3} = \frac{11}{152,0} = 7,2 \times 10^{-2}\text{ mol}$$

b. Le rendement de la synthèse vaut :

$$\frac{n_3}{n_1} = \frac{7,2 \times 10^{-2}}{0,200} = 0,36 = 36\%$$

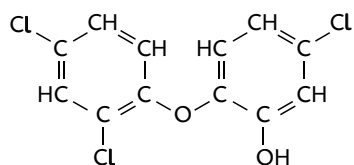
Le rendement de la synthèse est plutôt faible : un peu plus d'un tiers de la quantité de produit attendu est obtenu.

29 1. Antibactérien à large spectre : produit luttant contre plusieurs familles de bactéries



Perturbateur endocrinien : molécule qui mime, bloque ou modifie l'action d'une hormone et perturbe le fonctionnement normal d'un organisme

2. a. La formule semi-développée du triclosan est :



b. Les molécules citées dans le **doc. 4**, ainsi que le triclosan, possèdent deux cycles de six atomes de carbone avec une alternance de doubles et simples liaisons. Toutes possèdent aussi des atomes de chlore sur ces cycles carbonés.

c. L'ajout de triclosan dans les fibres textiles limite les odeurs dues à la transpiration, car le triclosan a des propriétés bactéricides. Or, ce sont les bactéries qui sont responsables des mauvaises odeurs de la transpiration.

d. Le triclosan n'est pas sans danger pour l'homme, car il est soupçonné d'agir comme un perturbateur endocrinien.

3. a. Le triclosan peut contaminer les eaux usées domestiques à la suite du lavage des vêtements dans lesquels il est présent.

b. L'extraction directe du triclosan des eaux usées est une extraction liquide/liquide, car on ajoute un solvant liquide, le dichlorométhane, le toluène ou l'hexane, aux eaux usées d'où on veut l'extraire.