



- Introduire respectivement un quart de chacune des poudres dans chaque tube à hémolyse.
- Verser quelques mL d'éthanol et agiter.
- Prélever le liquide surnageant à l'aide d'un capillaire.
- À l'aide d'un capillaire, déposer sur la plaque à chromatographie une goutte de solution de Doliprane en D, de Klipal en K et de Migralgine en M.
- Introduire la plaque dans la cuve sans qu'elle touche les parois et couvrir le bécher avec une coupelle.

- Laisser évoluer.
- Sortir la plaque et repérer au crayon le niveau atteint par l'éluant.
- Laisser sécher.
- Repérer la position des espèces après élution sous une lampe émettant un rayonnement ultraviolet.
- Comparer le chromatogramme avec la liste des principes actifs présents dans les médicaments.

Exercices

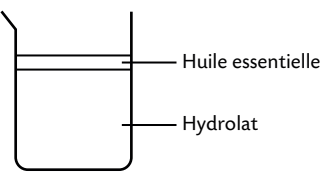
QCM

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

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

Application immédiate

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

- 5** 1. a. La technique expérimentale permettant d'obtenir l'huile essentielle et l'eau aromatique est l'hydrodistillation.
 b. L'hydrolat est appelé « eau aromatique », car l'huile essentielle est faiblement soluble dans l'eau : l'hydrolat est donc légèrement parfumé.
 c. Les huiles essentielles sont très concentrées en espèces actives, alors que les eaux aromatiques sont des hydrolats, donc des solutions aqueuses de faible concentration en espèces actives. C'est pourquoi les premières sont déconseillées pour les enfants de moins de trois ans, contrairement aux secondes.
- 2.** Un bécher contenant un mélange d'huile essentielle et d'eau aromatique est représenté ci-contre.
- 
- L'huile essentielle se trouve au-dessus de l'hydrolat, car sa densité est inférieure à celle de l'eau, donc de l'hydrolat ($0,92 < 1$).

Corrigés des exercices

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

- 6** L'opération décrite par cette définition est une macération, car l'extraction se fait à froid.
- 7** Le procédé évoqué dans le roman est l'expression ou le pressage (« ... exprimer le jus de la plante... »).
 Il s'agit ici de broyer la plante et les feuilles dans un mortier et d'en récupérer le jus.

► p. 205 à 212 du manuel

8 1. « Bouyi » ou « tranpé » sont deux expressions qui font référence à des techniques d'extraction par solvant (généralement l'eau). Le solvant peut être chaud (voire en ébullition lors d'une décoction) ou froid. Les plantes et le solvant sont laissés en contact.

2. Le solvant utilisé ici est le rhum (vraisemblablement l'alcool contenu dans le rhum). Les substances à extraire sont solubles dans l'alcool. C'est une macération.

9 *Décantation* : il s'agit de laisser reposer le mélange pour permettre la séparation des différentes phases.

Centrifugation : il s'agit de placer le mélange dans une centrifugeuse qui lui imprime un mouvement de rotation rapide, permettant ainsi une séparation plus efficace que la décantation.

Filtration : simple ou sous pression réduite, elle consiste à placer le mélange solide/liquide sur un filtre pour retenir le solide et récupérer le liquide.

Traitement au solvant : on ajoute un solvant extracteur au mélange qui permet de récupérer les espèces chimiques qui y sont plus solubles. Le solvant extracteur ne doit pas être miscible avec le solvant du mélange de départ.

10 La filtration sera plus efficace que la décantation, car elle permet une séparation effective et totale de la phase solide et de la phase liquide. La décantation maintient les deux phases dans le même récipient, une séparation ultérieure par « versement » de la phase liquide risque de ne pas être totalement efficace.

11 1. Le montage de filtration est schématisé ci-contre.

2. Pour l'améliorer, on peut envisager une filtration sous pression réduite.

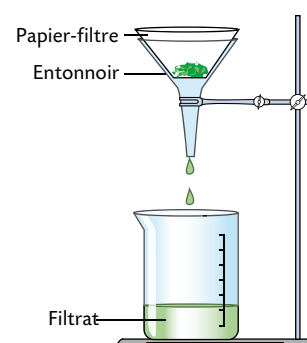
12 Le protocole utilisé prévoit une infusion dans l'eau de racines d'échinacée pourpre afin d'en extraire les principes actifs. Il s'agit de placer les racines dans de l'eau préalablement chauffée et d'attendre suffisamment pour que l'extraction ait lieu.

La décoction pourrait être envisagée, mais la température de l'eau serait alors trop élevée et détruirait les principes actifs.

Quant à une macération, elle est peu efficace, surtout pour des racines, dont il est parfois difficile d'extraire les espèces actives.

L'eau chaude est donc une solution intermédiaire efficace.

On peut améliorer le procédé en broyant les racines au préalable.



Protocole :

- Verser de l'eau chaude sur les racines.
- Laisser reposer.
- Filtrer.

13 1. *Phytothérapie* : médecine par les plantes.

Source d'information : wikipedia

2. Un premier protocole d'extraction des principes actifs de l'hamamélis consiste à réaliser une décoction : on place de l'écorce d'hamamélis dans un bécher contenant de l'eau. On porte le tout à ébullition pendant suffisamment de temps pour que l'extraction soit complète. On réalise ensuite une filtration de l'ensemble pour séparer la phase solide de la phase liquide qui est récupérée.

On peut aussi réaliser une macération dans l'alcool : on place des racines d'hamamélis, de préférence broyées, dans de l'éthanol à froid et on attend suffisamment longtemps pour que l'extraction soit complète. On réalise ensuite une filtration comme pour la décoction.

3. La technique d'extraction utilisée par les colons d'Amérique est une macération.

14 1. Cet élément de verrerie est une ampoule à décanter.

2. La densité de l'éthoxyéthane est inférieure à celle de l'eau ($0,71 < 1$). L'éthoxyéthane est donc la phase qui surnage, soit la phase A. La phase B est l'eau.

15 Pour extraire la caféine des feuilles de thé, on peut réaliser une infusion ou une décoction, sans précaution particulière à part celles liées au moyen de chauffage (risque de brûlures). On peut aussi réaliser une macération dans le dichlorométhane, mais son utilisation nécessite des précautions plus importantes au vu du risque pour la santé : le dichlorométhane doit être manipulé sous une hotte aspirante.

16 1. Un solvant d'extraction ne doit pas être miscible avec le solvant de départ. L'espèce chimique à extraire doit être plus soluble dans le solvant extracteur que dans le solvant de départ.

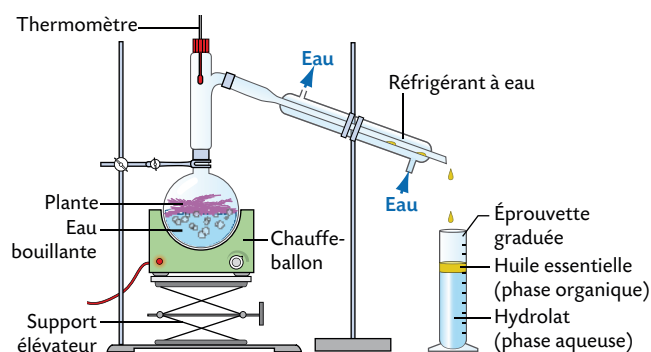
2. L'extraction avec l'éthanol est impossible, car ce solvant est miscible avec l'eau.

L'extraction avec l'éther diéthylique est envisageable, car, non seulement, il n'est pas miscible avec l'eau, mais l'acide acétylsalicylique est plus soluble dans l'éther diéthylique que dans l'eau.

17 1. Sous l'effet de la chaleur et de l'eau bouillante, les cellules végétales des plantes éclatent et libèrent les espèces aromatiques qu'elles contiennent. Ces espèces volatiles sont entraînées par la vapeur d'eau. La liquéfaction des vapeurs à l'aide d'un réfrigérant à eau permet de récupérer ces espèces aromatiques.

- 2.**
- | | |
|---------------|---------------------|
| ① Ballon | ② Chauffe-ballon |
| ③ Thermomètre | ④ Réfrigérant à eau |
| ⑤ Erlenmeyer | ⑥ Support élévateur |

18 1. Le schéma légendé d'une hydrodistillation est :



2. Le sens de circulation de l'eau dans le tube réfrigérant est toujours tel que l'eau entre par le bas du tube et ressort par le haut du tube afin d'assurer son remplissage.

3. Le rôle du support élévateur est un rôle lié à la sécurité : il permet d'éloigner rapidement le chauffe-ballon du ballon en cas de chauffage excessif.

Le rôle du réfrigérant à eau est de condenser les vapeurs issues du ballon.

19 Pour envisager une extraction de l'anéthol à partir de la badiane solide, on peut envisager une extraction par un solvant par macération, c'est-à-dire à froid, à 25 °C.

Les deux solvants organiques proposés sont envisageables pour cette extraction, car l'anéthol y est soluble à froid. L'eau n'est pas envisageable, car l'anéthol n'y est que peu soluble.

En revanche, les risques encourus par la manipulation du dichlorométhane feront préférer l'éthanol comme solvant d'extraction. La précaution à prendre sera alors de veiller à éloigner le mélange réalisé de toute source de chaleur ou de flamme.

Le protocole sera le suivant :

- Broyer la badiane dans le mortier.
- Introduire la poudre obtenue dans l'éthanol.
- Laisser reposer le temps suffisant pour réaliser l'extraction.
- Filtrer le mélange solide/liquide afin de recueillir le macérat qui contient l'anéthol.

20 1. a. Le solvant de la solution antiseptique est l'eau (solution aqueuse).

b. Le diiode est peu soluble dans l'eau : sa solubilité est inférieure à $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ alors qu'elle est 100 à 200 fois plus importante dans les autres solvants cités par l'énoncé.

2. Le diiode est soluble dans l'heptane, le tétrachlorure de carbone, l'éther diéthylique et l'éthanol.

3. a. Pour séparer les deux phases du mélange, le solvant d'extraction et la phase aqueuse ne peuvent être miscibles, car, pour envisager une séparation, il est impératif de disposer de phases différentes.

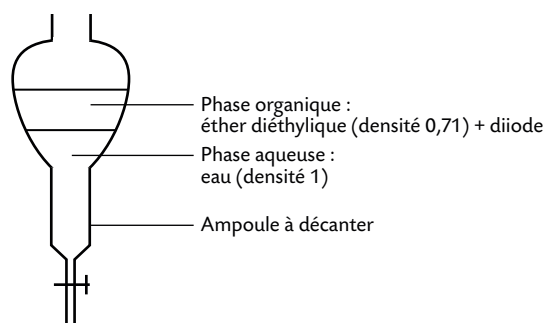
b. Parmi les solvants dans lesquels le diiode est soluble, l'heptane, le tétrachlorure de carbone et l'éther diéthylique ne sont pas miscibles avec l'eau.

4. a. Les solvants qui peuvent donc convenir à l'extraction du diiode sont l'heptane, le tétrachlorure de carbone et l'éther diéthylique.

b. En tenant compte des risques pour la santé, il est souhaitable de choisir l'éther diéthylique, qui en présente moins (inflammable et nocif) que les autres (toxique et/ou présentant un danger grave pour la santé).

5. a. Dans un mélange contenant deux liquides non miscibles, celui qui a la densité la plus faible se trouve au dessus de l'autre.

b. Dans le cas où on a choisi l'éther diéthylique, l'ampoule à décanter contenant ce solvant et la solution aqueuse de diiode, après agitation, est représentée ci-dessous :



Le diiode étant plus soluble dans l'éther diéthylique que dans l'eau, il passe de la solution aqueuse au solvant organique.



21 1. Pour extraire uniquement l'acide benzoïque du soda, il faut choisir un solvant dans lequel l'acide benzoïque est très soluble, mais dans lequel les autres constituants du soda ne le sont pas.

Le solvant qui réunit ces conditions est le toluène : il dissout bien l'acide benzoïque, mais pas du tout l'acide phosphorique ni l'acide citrique. De plus, il est non miscible avec l'eau, ce qui permet d'envisager une extraction liquide/liquide.

Le protocole à suivre est le suivant :

- Introduire le volume de soda à traiter dans une ampoule à décanter.
- Ajouter dans l'ampoule quelques millilitres de toluène sous la hotte aspirante.
- Boucher l'ampoule à décanter, la retourner, ouvrir le robinet pour dégazer, agiter en dégazant régulièrement.
- Déboucher l'ampoule à décanter et laisser décanter.
- Séparer les phases.

2. La phase organique (solvant : toluène) contenant l'acide benzoïque est la phase supérieure, car la densité du toluène est inférieure à celle de l'eau : $0,87 < 1$.

22 Réponses aux pistes de résolution (p. 336)

1. Une décoction consiste à faire bouillir dans de l'eau les racines de réglisse broyées.
2. Cela signifie que, pour 100 g de racines, les 5 g de glycyrrhizine qu'elles contiennent ont été extraits.
3. Donc 50 g de racines contiennent 2,5 g de glycyrrhizine.
4. Un patient cirrhotique intoxiqué à la glycyrrhizine en a bu au minimum 250 mg par jour, sur une durée de 10 jours.
5. Un patient doit donc boire sa décoction de 50 g de racines de réglisses sur plus de 10 jours afin de ne pas s'intoxiquer.

Une réponse possible

• Introduction présentant la problématique :

Les racines de réglisse contiennent de la glycyrrhizine, principe actif utilisé comme antispasmodique et anti-inflammatoire, mais qui peut se révéler dangereux à haute dose. Un patient cirrhotique (dont le foie est fragilisé) est particulièrement sensible et doit consommer une décoction de racines de réglisse avec précaution. Il est demandé de calculer en combien de jours le patient doit boire une décoction de 50 g de racines de réglisse afin de ne pas s'intoxiquer.

• Mise en forme de la réponse :

D'après le **doc. 1**, les racines sèches de réglisse renferment 5 % en masse de glycyrrhizine. Ainsi, 50 g de racines sèches renferment donc une masse de glycyrrhizine égale à $m = 50 \times 5/100 = 2,5$ g.

Ces 2,5 g sont mis en solution dans l'eau pour former 1 L de boisson. Un patient cirrhotique ne peut en consommer plus de 250 mg par jour, soit 0,250 g/jour. La boisson doit donc être consommée

$$\text{en } \frac{2,5}{0,250} = 10 \text{ jours.}$$

• Conclusion revenant sur la problématique :

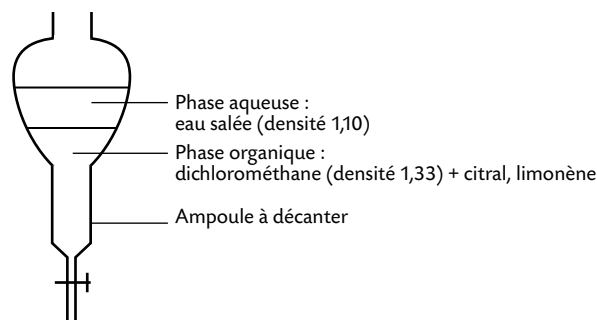
Ainsi, le patient cirrhotique doit répartir sa prise sur 10 jours, c'est-à-dire boire environ 100 mL (un peu moins d'un verre) par jour. Cependant, ce calcul n'est qu'indicatif : l'exemple cité dans le **doc. 3** ne peut être généralisé à l'ensemble des patients. Il peut être conseillé au patient de consulter son médecin avant d'envisager une automédication.

Grille d'évaluation pour le professeur : voir p. 101.

23 1. Le but d'une hydrodistillation est d'extraire des espèces chimiques volatiles, très peu solubles dans l'eau, et présentes dans des plantes. Il s'agit alors de chauffer ces plantes en présence d'eau de manière à entraîner les espèces volatiles par la vapeur d'eau qui est recueillie par condensation à l'aide d'un tube réfrigérant.

2. L'ajout d'eau salée permet de diminuer la solubilité du citral et du limonène dans la phase aqueuse.

3. a. L'ampoule à décanter, après agitation et décantation, est présentée ci-dessous :



La position respective des phases est justifiée par leurs densités respectives.

La solubilité du citral et du limonène est élevée dans le dichlorométhane ce qui justifie qu'après agitation, ceux-ci se retrouvent dans la phase organique.

b. On dégaze l'ampoule pendant l'agitation pour éviter une surpression et donc une rupture accidentelle de l'ampoule à décanter.

c. On débouche l'ampoule à décanter pendant la décantation, car, en cas de surpression, si le solvant organique continue à s'évaporer, le bouchon risque d'être projeté.

4. a. Les deux traits situés en haut et en bas du chromatogramme sont :

A : front du solvant ou front d'éluion ;

B : ligne de dépôts.

b. Le chromatogramme montre que l'huile essentielle extraite de zestes d'orange est un mélange, car elle est composée de plusieurs espèces chimiques : cinq taches sont révélées sur le chromatogramme.

De plus, par comparaison avec le limonène et le citral de référence (dépôts L et C), on peut constater que l'huile essentielle extraite de zestes d'orange contient ces deux espèces chimiques.

D'autres espèces non identifiées sont aussi présentes dans l'huile essentielle.

24 1. Pour les pigments de Vermeer cités dans le **doc. 1**, leur origine est :

- laque de cochenille → animale ;
- laque de garance → végétale ;
- bois de brésil → végétale ;
- terres ocres rouges → minérale.

2. L'acide carminique est soluble dans l'eau à froid, donc un protocole possible est le suivant :

- Broyer les cochenilles séchées dans un mortier à l'aide d'un pilon.
- Introduire la poudre obtenue dans un bécher.
- Ajouter de l'eau.
- Laisser reposer le temps nécessaire pour réaliser l'extraction par macération.
- Filtrer le mélange solide/liquide à l'aide d'un filtre et d'un entonnoir, et récupérer le filtrat contenant l'acide carminique.

3. a. L'intérêt de réduire en poudre le bois de pernambouc est de faciliter l'extraction en permettant un contact plus important entre le bois et le solvant d'extraction.

b. L'extraction est plus efficace à chaud.

c. Pour récupérer le liquide, il faut filtrer le mélange refroidi à l'aide d'un entonnoir et d'un papier-filtre en y versant le contenu du ballon.

25 1. L'extraction de la caféine des feuilles de thé est qualifiée d'extraction solide/liquide, car la caféine est d'abord présente dans un solide (les feuilles) et se trouve extraite dans un solvant liquide (l'eau).

2. Une extraction liquide/liquide, qui est une extraction par solvant, une espèce chimique présente dans un solvant S_1 , est extraite à l'aide d'un autre solvant S_2 dans lequel elle est plus soluble. Les deux solvants S_1 et S_2 utilisés ne doivent pas être miscibles entre eux.

3. Le solvant d'extraction doit être tel que la substance à extraire doit y être très soluble. Ce solvant ne doit pas être miscible avec le milieu de départ de la substance à extraire.

26 1. a. La digitaline est une espèce chimique extraite des feuilles de la digitale.

b. L'adjectif « vénéneuse » se réfère aux propriétés toxiques de l'espèce chimique qu'est la digitaline. L'adjectif est ici utilisé pour désigner un type de beauté... dangereuse.

c. Les gants ont été confectionnés dans une couleur pourpre pour rappeler la couleur de la fleur de digitale.

2. a. Seule la dose fait le poison, car l'absorption de digitaline peut soit servir de médicaments et provoquer une stimulation cardiaque, soit, à plus forte dose, provoquer la mort.

b. Le lien qu'on peut voir avec les gants mesureurs est un rappel de la nécessité de mesurer avec précision les doses de médicaments à ingérer : la frontière est parfois ténue entre la dose thérapeutique et la dose toxique.

3. La technique de « digestion » évoquée par le Docteur Jourdan dans le **doc. 3** se réfère à une extraction par un solvant qui est ici l'eau.

4. Une décoction se fait à chaud en maintenant la plante dans l'eau à ébullition alors que pour l'infusion la plante est placée dans de l'eau chaude, mais sans maintenir le chauffage.

5. a. Une « teinture » est une solution hydro-alcoolique : le solvant est en effet un mélange de l'eau provenant du suc de digitale et de l'alcool ajouté, l'eau et l'alcool étant miscibles.

b. La technique d'extraction conduisant à la teinture est une macération.

c. Expression : cette technique consiste à presser la plante pour en exprimer le suc, le jus. On peut aussi l'appeler pressage.

6. Dans les trois préparations une étape de filtration est citée.

Elle est schématisée ci-contre.

7. Décoction de digitale : Faire chauffer doucement 4 g de digitale dans une quantité suffisante d'eau. Lorsque le mélange commence à bouillir, arrêter le chauffage et laisser infuser 15 min. Filtrer.

Infusion de digitale : Laisser infuser pendant quatre heures de la digitale dans de l'eau chaude. Filtrer.

Teinture de digitale : Exprimer le suc de digitale à l'aide d'un mortier et d'un pilon, ajouter de l'alcool et laisser macérer pendant quelques jours. Filtrer.

