

Extraction / séparation d'espèces chimiques

Exercices corrigés

Exercice 1 : Solubilité d'une espèce dans l'éluant

On dépose une plaque à chromatographie deux colorants : un bleu B et un rouge R.

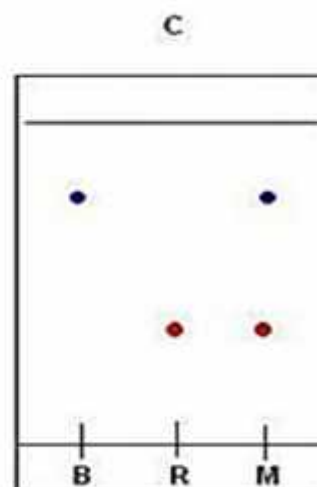
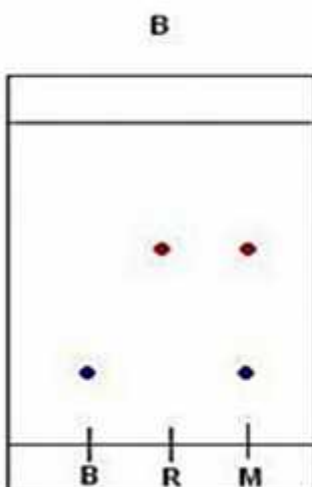
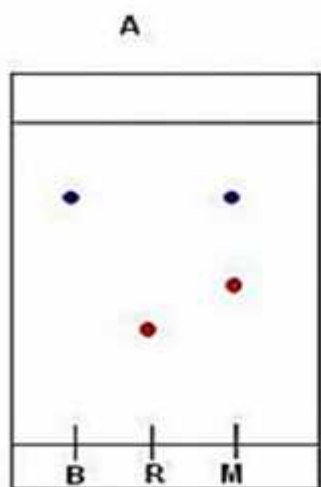
On forme un mélange de ces deux colorants appelé M que l'on dépose aussi sur un troisième point de la ligne de dépôt.

On place la plaque dans une cuve contenant un peu d'éluant. Après l'éluant, on passe à la révélation.

Trois chromatogrammes sont représentés en-dessous. Retrouver la quel est le bon et justifier pourquoi vous ne choisissez pas les autres chromatogrammes.

Donnée :

Le colorant bleu est plus soluble dans l'éluant que le colorant rouge



Correction

Le colorant bleu est plus soluble dans l'éluant que le colorant rouge

Si le colorant bleu est plus soluble que le colorant rouge alors il va monter plus rapidement que le colorant rouge sur la plaque.

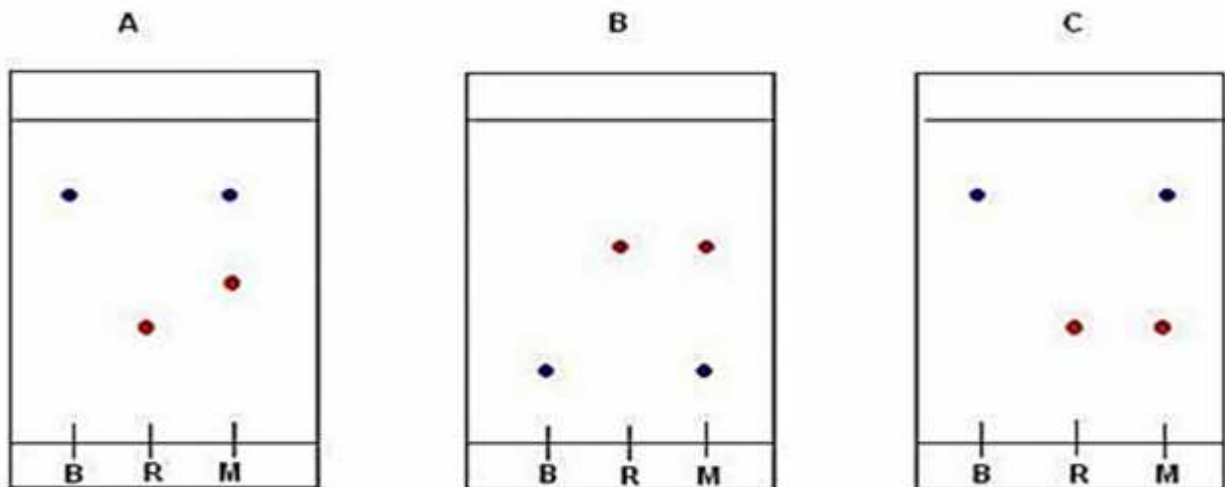
A la fin de l'élution, la tache représentant le colorant bleu sera plus haute que celle du colorant rouge.

Le chromatogramme B n'est pas le chromatogramme obtenu.

Le mélange est fait de colorant rouge et du colorant bleu. Chromatographie sur une couche mince va donc séparer les deux colorants du mélange, par le jeu de la solubilité avec l'éluant. On doit retrouver dans le mélange la tache bleue au même niveau que celle du colorant bleu seul et la tache rouge au même niveau que le colorant rouge seul.

Le chromatogramme A n'est pas valable.

Le seul qui correspond à ce qui a été développé est le chromatogramme C.



Exercice 2 : analyse par chromatographie

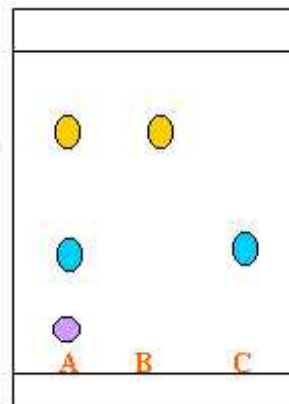
1-On analyse par chromatographie sur une couche mince l'huile essentielle de lavande.

On a obtenu le chromatogramme ci – dessous avec des produits suivants :

A : huile essentielle de lavande,

B : linalol,

C : acétate de linalyle.



A partir du chromatogramme, dire, en justifiant la réponse quels sont le(s) produit(s) pur(s) et le(s) produit(s) composé(s).

2-Quels sont les buts d'une chromatographie ?

3-Quelles molécules peuvent être identifiées dans l'huile essentielle de lavande ?justifier.

Corrigé

1- Produit(s) pur(s) et produit(s) composé(s) :

Les produits B et C sont purs, une seule tache.

Le produit A est un corps composé, plusieurs taches.

2- Buts d'une chromatographie :

Identifier et séparer les constituants d'un mélange.

3- Molécules identifiées dans l'huile essentielle de lavande :

L'essence de lavande A contient les corps B et C.

On retrouve sur la ligne A, les deux taches identifiant B et C.

Exercice 2 : analyse par chromatographie

1-On réalise chromatographie de trois encres. Une encre verte, notée B, une encre violée, notée C et une encre noire, notée A. Le chromatogramme obtenu est donné ci – dessous.

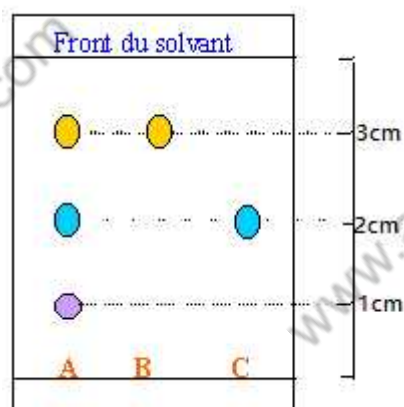
En analysant le chromatogramme que pouvez-vous dire sur les encres testées ?
Utiliser l'expression ou les mots :

Corps pur.

Corps composé.

Corps pur(s) commun(s)

Rapport frontal



2-Déterminer le rapport frontal de la tache correspondant à l'encre C.

Corrigé

1- Analyse du chromatogramme :

Les encres B et C sont des corps purs et l'encre A est un mélange, corps composé.
Dans le chromatogramme de A , on identifie les corps purs présents dans B et C.
(même rapport frontal pour les tache correspondantes)

2- Rapport frontal de la tache à l'encre C :

Distance parcourue par le cops C divisée par la distance parcourue par le solvant.

$$r_C = \frac{2}{4} = 0,5$$

Exercice 3 : analyse par chromatographie

On a réalisé la chromatographie de deux échantillons A et B, et d'un cops pur servant de référence noté R (menthone). L'étude du chromatogramme a permis de repérer les positions des différentes tache après révélation.

Front du solvant : 8,0 cm

Echantillon A : on relève deux taches situées à 3,0 cm et 5,0 cm de la ligne de base.

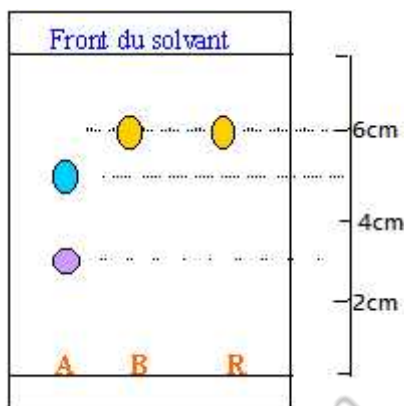
Référence (menthone) : $R_f = 0,75$

1-dessiner le chromatogramme.

2-cette chromatographie permet-elle d'identifier un ou plusieurs corps pur contenus dans les échantillons A et B.

Corrigé

1- chromatogramme



Référence (menthone) : $R_f = 0,75$ = distance parcourue par R divisée par la distance parcourue par le solvant.

La distance parcourue par la menthone : $8 \times 0,75 = 6 \text{ cm}$

2- Identification des corps purs contenus dans les échantillons A et B :

cette chromatographie permet-elle d'identifier la menthone notée **R** dans B.

L'échantillon A ne contient pas de menthone.

Exercice 4 : Chromatographie sur une couche mince d'une huile essentielle

On effectue la chromatographie sur une couche mince (CCM) de l'huile essentielle de peaux d'oranges.

On réalise les dépôts suivants :

*dépôt 1 : Limonine

*dépôt 2 : Linalol

*dépôt 3 : Citral

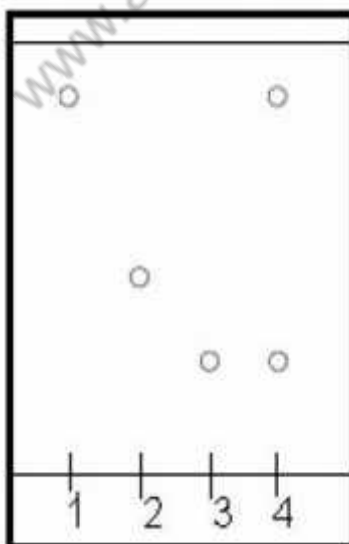
*dépôt 4 : huile essentielle de peaux d'orange

La plaque est placée, verticalement, dans un fond d'éluant. Après élution et révélation, on obtient le chromatogramme ci-dessus.

1- Quel est le rôle de l'éluant ?

2- Les espèces déposées sont incolores. Que doit faire l'expérimentateur pour révéler le chromatogramme ?

3- Quels sont les constituants de l'huile essentielle de peaux d'orange ?



Corrigé

1- Rôle de l'éluant :

Il solubilise les espèces chimiques présentes sur la ligne de dépôt et les entraîne selon leur solubilité plus ou moins rapidement vers le haut de la plaque. Les espèces sont ainsi séparées et pourront être identifiées.

2- Espèces déposés incolores :

Puisque l'expérimentateur ne peut pas visualiser les espèces chimiques, il plonge la plaque dans une solution de permanganate de potassium. Cette plaque devient violette sauf aux endroits où ont migré les espèces. Il se forme des taches brunes que l'on peut identifier.

L'expérimentateur peut aussi plonger la plaque dans un bécher contenant des vapeurs de diiode. Le résultat sera le même qu'avec le permanganate.

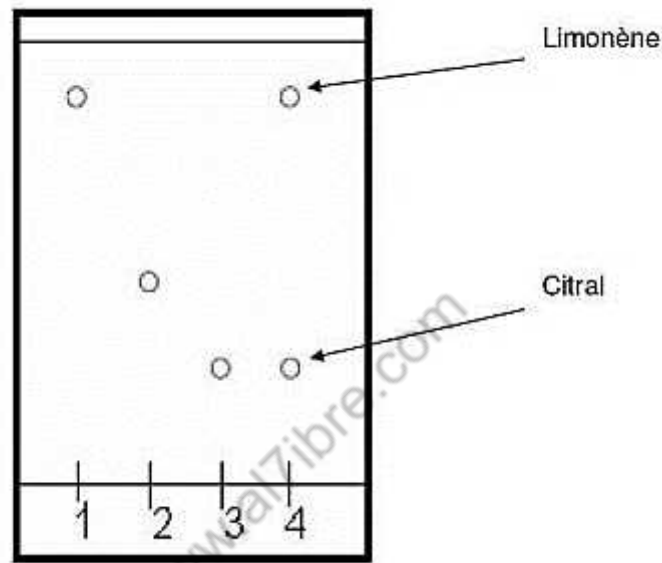
Si la plaque est sensible aux UV alors l'expérimentateur placera la plaque sous une lampe UV, celle-ci devient fluorescente sauf aux endroits où ont migré les espèces.

3- Constituants de l'huile essentielle de peaux d'orange :

L'huile essentielle est constituée de deux espèces chimiques car il y a deux taches .
(1 tache= 1 espèce chimique).

Une des deux espèces a migré au même endroit que l'espèce 1 : donc l'huile essentielle est constituée de l'espèce 1 c'est-à-dire le limonène.

Une des deux espèces a migré au même endroit que l'espèce 3 : donc l'huile essentielle est constituée de l'espèce 3 c'est-à-dire le citral.



Exercice 5 : Choix du solvant pour extraire diiode

On veut extraire le diiode (I_2) d'une solution d'eau iodée. La solubilité du diiode est donnée en gramme par litre (g/L) dans différents solvants :

Solvant	Eau	Ether	Benzène
Solubilité	0,3	250	140

Par exemple si la solubilité du diiode dans l'eau est de 0,3 g/L , cela signifie que l'on peut en dissoudre 0,3 g au maximum dans un litre d'eau.

L'alcool est miscible à l'eau, l'éther et le benzène ne le sont pas.

1- Quel solvant vaut-il mieux choisir pour extraire l'iode de l'eau iodée ?

2- Décrire le protocole d'extraction en faisant un schéma.

3- On verse $m = 400\text{g}$ de l'iode solide dans un volume $V = 0,5\text{ L}$ d'alcool, quelle masse m' de diiode reste sous forme solide ? Pourquoi ?

Correction

1- Quel solvant vaut-il mieux choisir pour extraire l'iode de l'eau iodée ?

Prendre un solvant qui ne doit pas miscible à l'eau pour obtenir 2 phase distinctes ; il faut prendre soit l'éther soit le benzène.

Choisir le solvant pour lequel la solubilité du diiode soit maximale : la solubilité de supérieure à celle du benzène, $250\text{g.L}^{-1} > 140\text{g.L}^{-1}$.

Pour ces 2 raisons on prendra l'éther pour extraire l'iode de l'eau iodée.

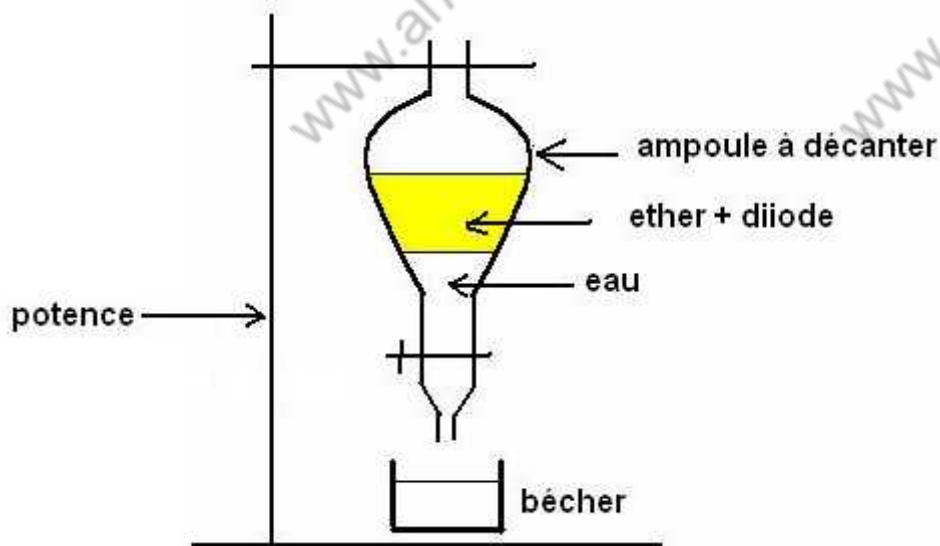
2- Décrire le protocole d'extraction en faisant un schéma.

Etape 1 : mélanger l'éther et la solution de diiode dans une ampoule à décanter.

Etape 2 : bucher et agiter pour mélanger les deux phases.

Etape 3 : laisser décanter les phases se séparent, le diiode plus soluble dans l'éther se retrouve substances organique supérieure.(l'éther est un solvant organique).

Etapas 4 : déboucher, ouvrir le robinet, éliminer la phase aqueuse (solvant eau) et récupérer la phase organique contenant le diiode dans un autre bécher.



3- On verse $m = 400\text{g}$ de l'iode solide dans un volume $V = 0,5\text{ L}$ d'alcool, quelle masse m' de diiode reste sous forme solide.

La masse maximale pouvant dissoute dans $V = 0,5\text{ L}$ est :

$$S = \frac{m(\text{max})}{V} \Rightarrow m(\text{max}) = S \cdot V = 250 \times 0,5 = 125\text{ g}$$

Il reste sous forme solide une masse $m' = m - m(\text{max}) = 400 - 125 = 275\text{g}$

Exercice 6 : Extraction du limonène contenue dans l'écorce de l'orange

Le limonène est, température ambiante, un liquide incolore, à odeur d'orange . Sa formule chimique est $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$. Il est utilisé dans l'industrie agroalimentaire et dans l'industrie pharmaceutique pour parfumer les médicaments. Sa solubilité dans l'eau est nulle, sa solubilité dans le cyclohexane est importante.

On souhaite extraire les espèces odorantes, dont le limonène, contenue dans l'écorce d'orange. Pour cela on pèle finement quelques oranges et on broie les fragments, ou zestes, ainsi obtenus. On place cette purée de zestes dans un erlenmeyer. On y ajoute du cyclohexane et laisse macérer pendant 30 minutes en agitant de temps en temps. On filtre le mélange ; le filtrat contient les composants odorants extraits du zeste d'orange.

1- Le limonène est-il un corps pur ?

2- L'extraction réalisée est-elle une extraction liquide-liquide ou solide-liquide ?

- 3- Justifier le choix du solvant extracteur ?
- 4- Quelle étape constitue l'extraction ?
- 5- Quelle étape constitue la séparation ?
- 6- Réaliser un schéma légendé de cette dernière opération.

Correction

1- Le limonène est-il un corps pur ?

Le limonène est constitué d'une seule espèce chimique de formule $C_{10}H_{16}$. C'est un corps pur.

2- L'extraction réalisée est-elle une extraction liquide-liquide ou solide-liquide ?

L'espèce à extraire est présente dans un solide, l'écorce d'orange. L'extraction est réalisée par du cyclohexane (liquide à température ambiante). Il s'agit donc d'une extraction solide-liquide.

3- Justifier le choix du solvant extracteur ?

Le composé à extraire doit être très soluble dans le solvant.

La solubilité du limonène dans le cyclohexane est importante alors que sa solubilité dans l'eau est nulle.

Le choix du cyclohexane comme solvant est convenable.

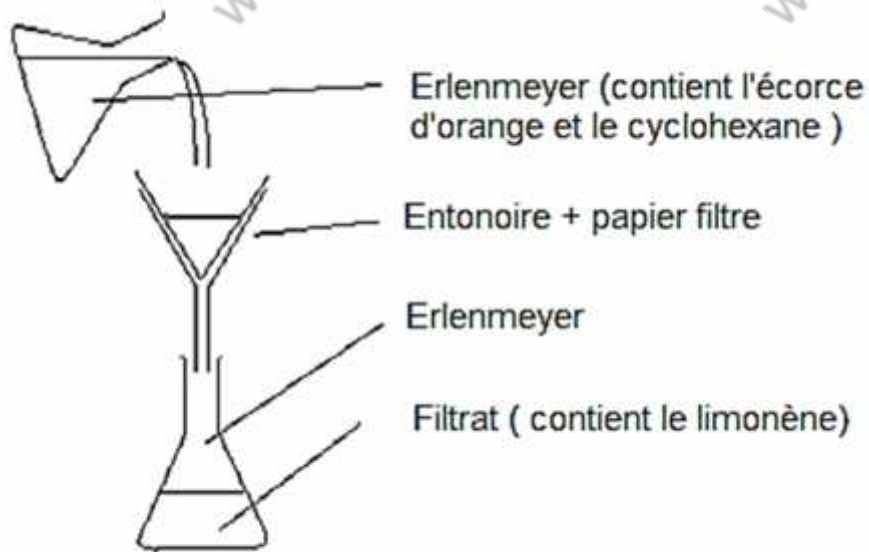
4- Quelle étape constitue l'extraction ?

On ajoute du cyclohexane et laisse macérer pendant 30 minutes. Il s'agit alors d'une extraction solide-liquide par macération.

5- Quelle étape constitue la séparation ?

On filtre le mélange. Cette étape constitue la séparation. Le filtrat contient le limonène.

6- Réaliser un schéma légendé de cette dernière opération.



Exercice 7 : Etude de l'heptane

L'heptane est un solvant non miscible à l'eau. Le volume = 250 m d'heptane pèse une masse $m = 18,5 \text{ g}$.

- 1- Calculer la masse volumique ρ de l'heptane en $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ et en $\text{k} \cdot \text{m}^{-3}$.
- 2- quelle est sa densité d par rapport à l'eau ?
- 3- Dans un tube à essai on trouve un mélange d'heptane et d'eau. Représenter le tube à essai en indiquant où se trouve chaque liquide.
- 4- Calculer la masse m_1 en gramme correspondant à un volume $V_1 = 50,0 \text{ m}$ d'heptane.
- 5- Calculer le volume V_2 en d^3 correspondant à une masse $m_2 = 1,50 \text{ k}$ d'heptane.

Donnée :

$$\rho_e = 1 \text{ g} \cdot \text{c}^{-3}$$

Correction

- 1- Masse volumique ρ de l'heptane :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{18,5g}{25,0m} = 0,740 \text{ g.m}^{-1}$$

$$\rho = 0,740 \text{ k.L}^{-1}$$

$$\rho = 740 \text{ k.m}^{-3}$$

$$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3 \Rightarrow 1 \text{ L}^{-1} = 10^3 \text{ m}^3$$

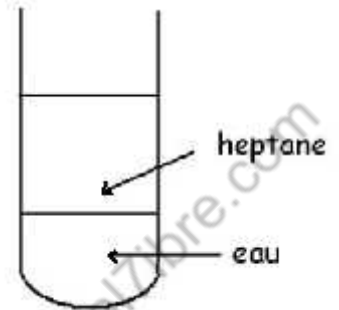
2- densité d'heptane par rapport à l'eau :

$$d = \frac{\rho}{\rho_e}$$

$$d = \frac{0,74}{1,00} = 0,74$$

3- $d < 1$ l'heptane est plus léger que l'eau.

L'heptane a une masse volumique inférieure à celle de l'eau ; il se trouve dans la phase supérieure.



4- masse m_1 en gramme correspondant à un volume

$V_1 = 50,0 \text{ m}$ d'heptane.

$$\rho = \frac{m_1}{V_1}$$

$$m_1 = \rho \cdot V_1$$

$$m_1 = 0,74 \text{ g.m}^{-1} \times 50,0 \text{ m} = 37 \text{ g}$$

5- Volume v_2 en L^{-1} correspondant à une masse $m_2 = 1,50 \text{ k} = 1500 \text{ g}$ d'heptane.

$$\rho = \frac{m_2}{V_2}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho}$$

$$V_2 = \frac{1500 \text{ g}}{0,74 \text{ g.m}^{-1}} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$V_2 = 2,0 \text{ L}$$

Exercice 8 : Etude de l'huile : oléine

Une huile alimentaire a pour masse volumique :

$$\rho = 0,90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$
$$\rho(\text{eau}) = 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Elle est constituée d'oléine composée moléculaire de masse molaire $M = 884 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1- Calculer la quantité de matière n d'oléine contenue dans un prélèvement de volume $V = 1 \text{ L}$ de cette huile.

2- Calculer la masse en kilogramme d'un volume $V = 1 \text{ m}^3$ d'huile.

3- Calculer sa densité d .

Correction

1- Quantité de matière n d'oléine contenue dans un prélèvement de volume $V = 1 \text{ L}$ de cette huile.

$$V = 1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$$
$$n = \frac{m}{M} = \frac{\rho \cdot V}{M}$$
$$n = \frac{0,90 \times 1000}{884} = 1,02 \text{ mol}$$

2- Masse en kilogramme d'un volume $V = 1 \text{ m}^3$ d'huile.

$$V = 1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^3 \text{ L}$$
$$\rho = 0,90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 0,90 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$$
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V$$
$$m = 0,90 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3} \times 10^3 \text{ dm}^3 = 900 \text{ kg}$$

3- Densité d .

$$d = \frac{\rho}{\rho_e}$$

$$d = \frac{0,90}{1,00} = 0,90$$

Exercice 9 : Choix du solvant pour extraire diiode

L'huile essentielle de girofle est obtenue à partir de boutons floraux séchés du giroflier ou clous de girofle, l'huile essentielle de giroflier est obtenue à partir de feuilles et rameaux du giroflier.

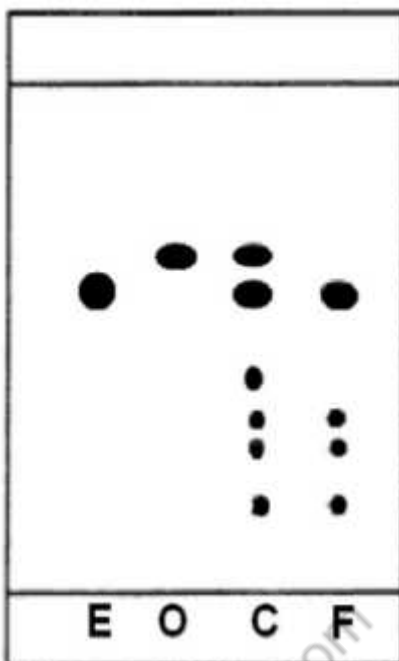
Une brochure sur les essences naturelles végétales indique que ces deux huiles, utilisées en parfumerie et en pharmacie, diffèrent par leur composition : elles contiennent toutes deux de l'eugénol, mais celle dite de girofle contient aussi un ester de l'eugénol, l'acétate (ou éthanoate) d'eugényle.

Cet ester d'eugénol n'est pas un produit commercialisé. Un élève se propose de réaliser sa synthèse et de vérifier les informations de la brochure sur la composition des huiles de girofle et de giroflier.

Après avoir fabriqué l'ester d'eugénol il place sur une plaque de silice, sensible aux UV, les dépôts de quatre solutions :

- Une d'eugénol : E
- Une d'ester d'eugénol préparé par l'élève : O
- Une d'essence de girofle obtenue des clous de girofles : C
- Une d'essence de girofle obtenue à partir des feuilles et rameaux du giroflier : F

Après élution, l'élève obtient le chromatogramme ci-dessous :



- 1- Calculer le rapport frontal de l'ester de l'eugénol.
- 2- L'élève peut-il confirmer ce qui est marqué sur la brochure ?
- 3- Peut-t-on aussi différencier l'essence de girofle et l'essence de giroflier ?

Corrigé

- 1- Rapport frontal de l'ester de l'eugénol :

$$r = \frac{h_0}{H} = \frac{4,1}{6,3} = 0,6$$

h_0 : Distance parcourut par l'espèce chimique (ici l'ester de l'eugénol)

H : Distance parcourut par le solvant (ici l'ester de l'eugénol) (voir le chromatogramme ci-dessous).

- 2- L'élève peut-il confirmer ce qui est marqué sur la brochure ?

L'essence de girofle C contient l'espèce O, l'ester, car le rapport frontal est le même ; la migration se fait au même niveau.

L'essence de giroflier F n a pas d'ester O car pas de tache à cet endroit de migration sur la plaque.

- 3- Peut-t-on aussi différencier l'essence de girofle et l'essence de giroflier ?

On peut aussi différencier l'essence de girofle et l'essence de giroflier car l'essence de girofle possède une autre espèce que l'essence de giroflier n'a pas. (tache entourée du bleu dans le chromatogramme).

