

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Extraction et identification des espèces

1. Définitions

1.1. Corps pur et mélange

Définitions :

- Une substance constituée d'une seule espèce chimique est un **corps pur**; il peut exister à l'état solide, ou liquide ou gazeux ;
- Une substance constituée de plusieurs espèces chimiques forme un **mélange**.

Remarques :

- Un **corps pur simple** contient uniquement des atomes identiques ;

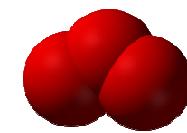
Exemples :



Le fer (Fe)



Lingot d'or (Au)



Ozone (O_3)

- Un **corps pur composé**, contient des molécules identiques mais constituées de plusieurs types d'atomes ;

Exemples :



L'eau (H_2O)



Glace carbonique (CO_2)



Sel de table ($NaCl$)

- Un **mélange homogène** est constitué d'une seule phase : on ne peut pas distinguer à l'œil nu les espèces chimiques qui le compose, elles sont dites **miscibles** entre elles ;

Exemples :



L'eau sucrée (eau + sucre)



L'orblanc (alliage d'or et d'argent)

- Un **mélange hétérogène** est constitué d'au moins deux phases à l'œil nu. Les espèces sont dites **non miscibles** entre elles.

Exemples :



Mélange d'épices



Vinaigrette



Eau + sable

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

→ Dans un verre contenant de l'eau et du sable au repos, on perçoit, à l'œil nu, une phase solide (le sable) et une phase aqueuse (l'eau).

→ Dans la vinaigrette au repos, on perçoit, à l'œil nu, deux phases liquides, une dite aqueuse (le vinaigre = eau + acide acétique) et l'autre dite organique (l'huile).

1.2. Composition d'un mélange

1.2.1. Le pourcentage massique

Le **pourcentage** (ou composition) **massique** d'un mélange indique les proportions en masse de l'espèce chimique dans l'échantillon. Il se note **%m** et s'exprime en **%**.

$$\%m = \frac{m_{\text{espèce chimique}}}{m_{\text{échantillon}}}$$

Exemple :



L'acier (fer + 2 % carbone)



Pièce de 10 centimes d'euro (89 % de cuivre)

→ Une barre d'acier de 1 kg contenant 2 % de carbone contient 20 g de carbone.

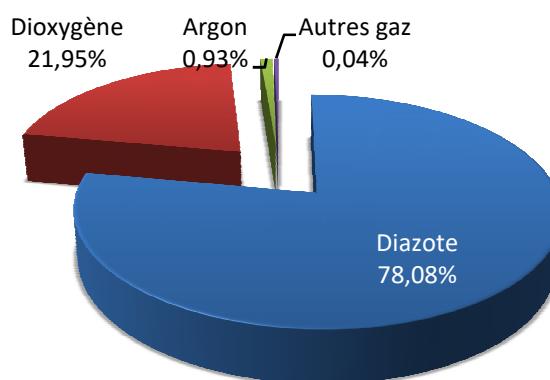
→ Une pièce de 10 centimes d'euro de masse 4,14 g contient 3,7 g de cuivre.

1.2.2. Le pourcentage volumique

Dans le cas d'un mélange gazeux, on utilise plutôt le **pourcentage** (ou composition) **volumique** qui est la proportion en volume de l'espèce chimique dans l'échantillon. Elle se note **%V** et s'exprime en **%**.

$$\%V = \frac{V_{\text{espèce chimique}}}{V_{\text{échantillon}}}$$

Exemple : l'air sec au sol contient 78,08 % de diazote, 20,95 % de dioxygène, 0,93 % d'argon

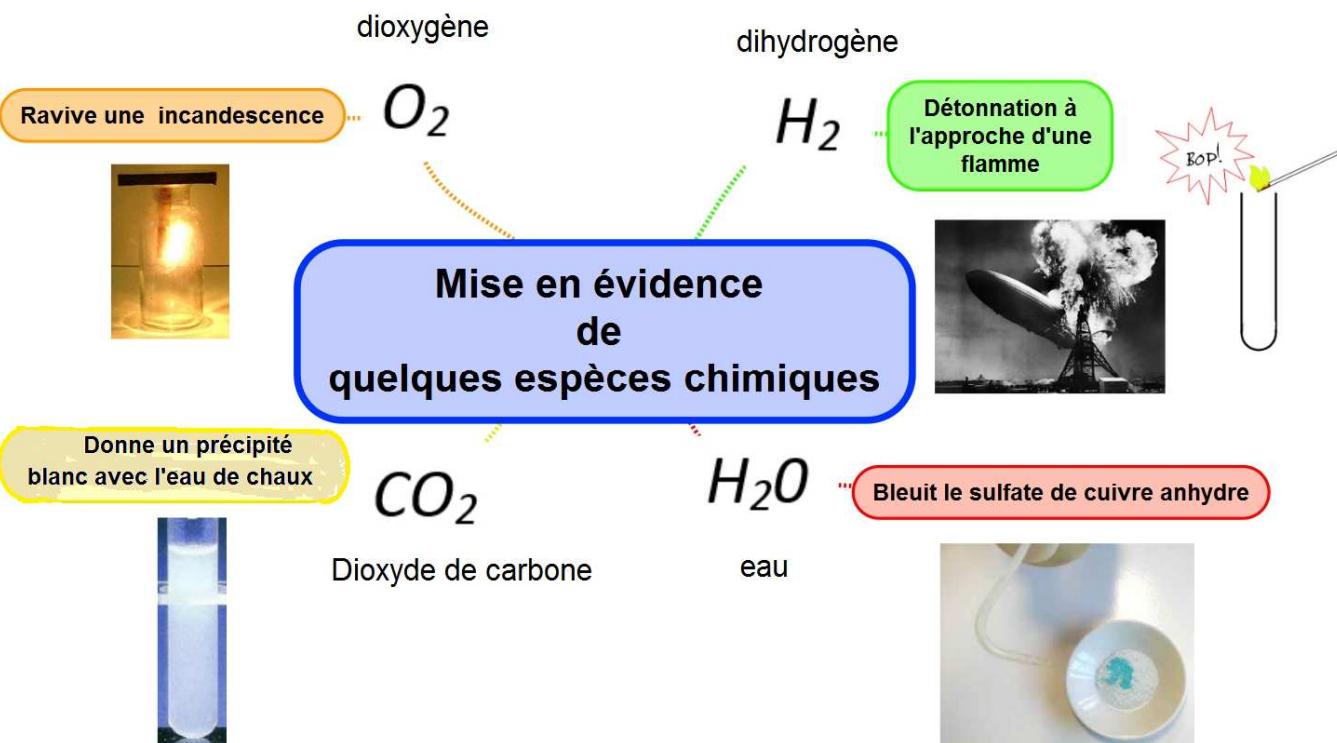


2. Identification d'espèces chimiques

2.1. Par des tests chimiques

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Une espèce chimique peut être identifiée par un **test chimique** qui est une expérience dont le résultat, lorsqu'il est positif (changement de couleur, apparition d'un précipité, etc.) permet de mettre en évidence la présence de cette espèce chimique :



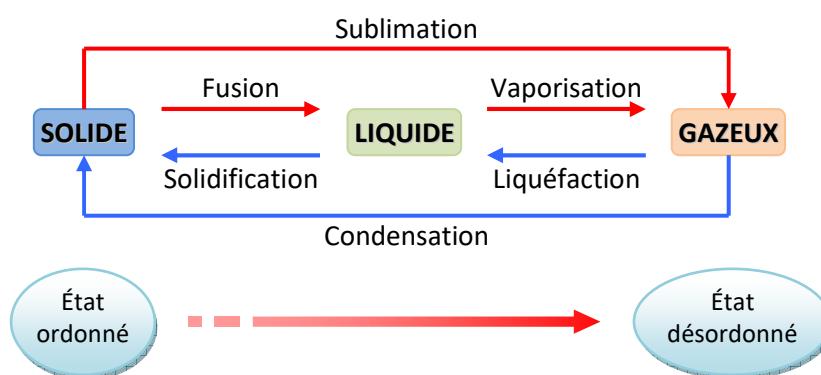
2.2. Identification par des mesures physiques

2.2.1. Les températures de changement d'état

Définitions :

À une pression donnée, le **changement d'état** d'un corps pur se fait à une température constante et caractéristique de ce corps, c'est la **température de changement d'état**.

Rappels : les changements d'état

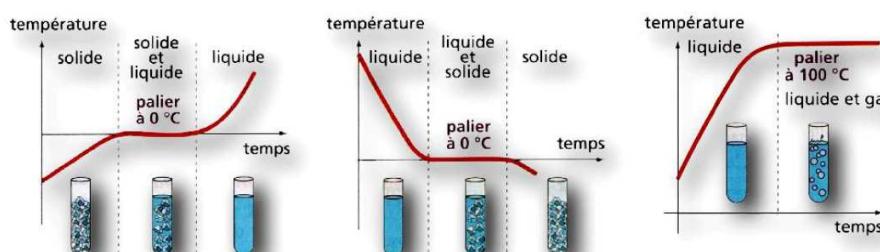


Les températures de changement d'état sont caractéristiques d'une espèce chimique :

- La **température d'ébullition** d'une espèce chimique, notée $T_{\text{éb}}$, est la température correspondant au passage de l'espèce chimique de l'état liquide à l'état gazeux, à une pression constante donnée ;
- La **température de fusion** d'une espèce chimique, notée T_f ou T_{fus} , est la température correspondant au passage de l'espèce chimique de l'état solide à l'état liquide, à une pression constante donnée.

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Exemple : l'eau



2.2.2. La masse

fusion de l'eau pure

solidification de l'eau pure

ébullition de l'eau pure

volumique

Définition :

La **masse volumique** d'une espèce chimique est le quotient de la masse m d'un échantillon de cette espèce chimique par son volume V . Elle se note ρ (ou μ) et s'exprime en **kilogramme par mètre cube** (symbole : kg.m^{-3}) :

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

m =masse de l'échantillon (en kg)

V =volume de l'échantillon (en m^3)

ρ =masse volumique de l'espèce chimique (en kg.m^{-3})

Exemples :

Espèce chimique	Eau	Éthanol	Cyclohexane	Air
Masse volumique à 20°C (en kg.m^{-3})	1000	790	779,1	1,293
Masse volumique à 20°C (en kg.L^{-1})	1	0,790	0,779	

Remarques :

- Masse d'un échantillon

On peut déterminer la masse m d'un échantillon d'une espèce chimique à partir de la masse volumique de l'espèce chimique et du volume qu'occupe l'échantillon :

$$\boxed{m = \rho \times V}$$

V =volume de l'échantillon (en m^3)

ρ =masse volumique de l'espèce chimique (en kg.m^{-3})

m =masse de l'échantillon (en kg)

- Il existe d'autres caractéristiques physiques, comme la solubilité ou l'indice de réfraction, permettant de caractériser une espèce chimique.

Exercice :

- ❶ Calculer, en g.L^{-1} , la masse volumique de l'aluminium, $\rho_{\text{aluminium}}$, sachant que 1,35 kg d'aluminium occupent un volume de 500 mL.

$$\text{Réponse : } \rho_{\text{aluminium}} = 3580 \div 0,500 = 2700 \text{ g.L}^{-1}$$

- ❷ Déterminer la masse m d'un volume $V = 2,0 \text{ m}^3$ d'éthanol.

$$\text{Réponse : } \rho_{\text{éthanol}} = 790 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$m = \rho_{\text{éthanol}} \times V \Rightarrow m = 790 \times 2,0 = 1,6 \times 10^3 \text{ kg}$$

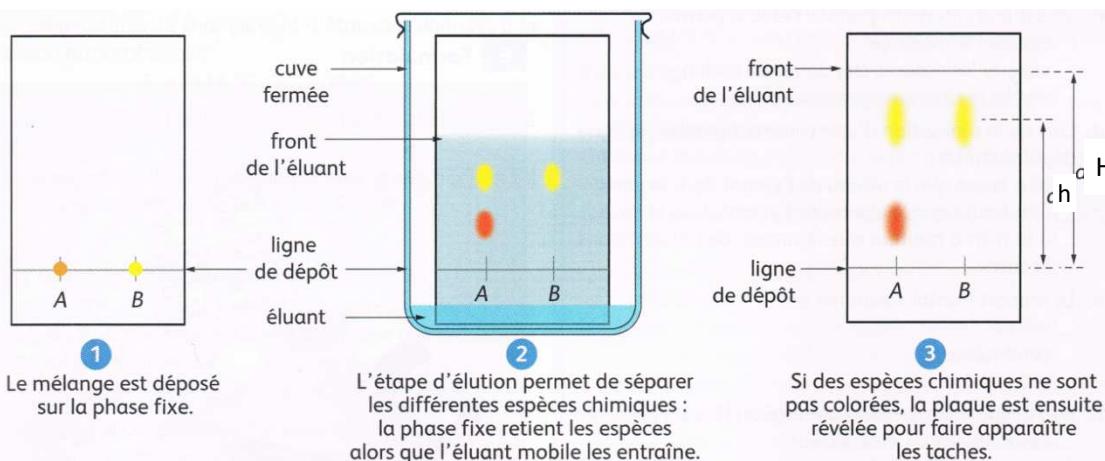
Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

2.3. La chromatographie sur couche mince (ou CCM)

Principe

La chromatographie est une méthode physique de séparation et d'identification d'espèces chimiques présentes dans un mélange. Elle est basée sur les différences d'affinité des espèces chimiques étudiées pour deux phases : la **phase fixe** (ou stationnaire) et la **phase mobile** (appelée « **éluant** »). Lors de la migration, l'éluant (phase mobile) entraîne par migration les espèces chimiques déposées sur la plaque (phase fixe).

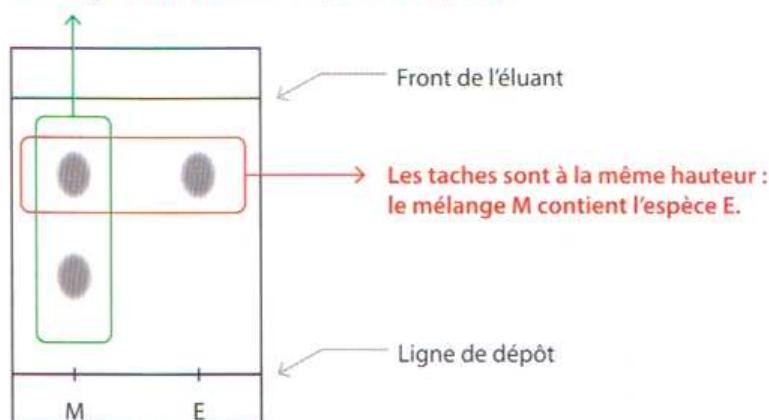
Protocole expérimental :



Source : NATHAN 2nd, Collection SIRIUS

→ L'identification se fait par comparaison des taches avec celles d'espèces chimiques pures connues :

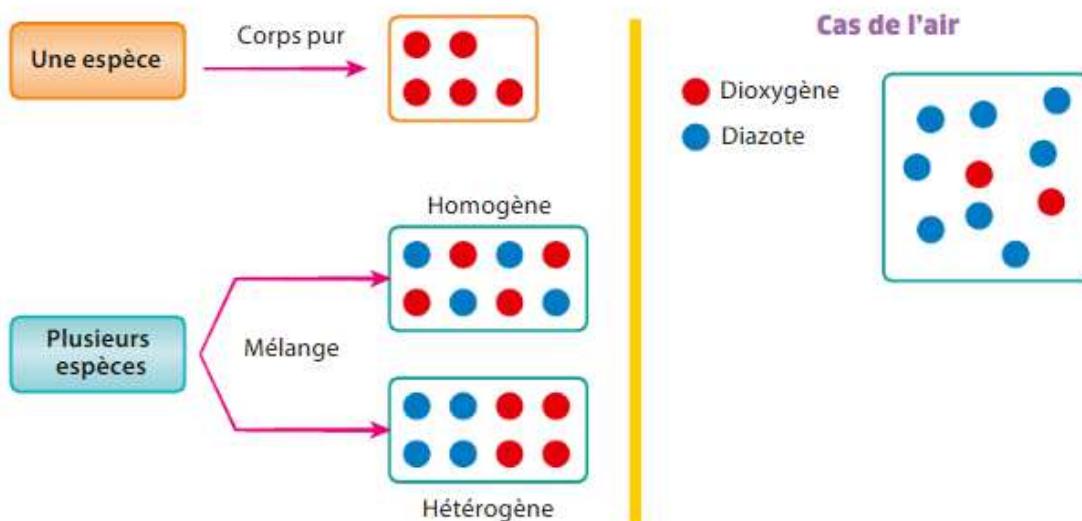
On observe deux taches sur le chromatogramme : le mélange M est constitué de plusieurs espèces.



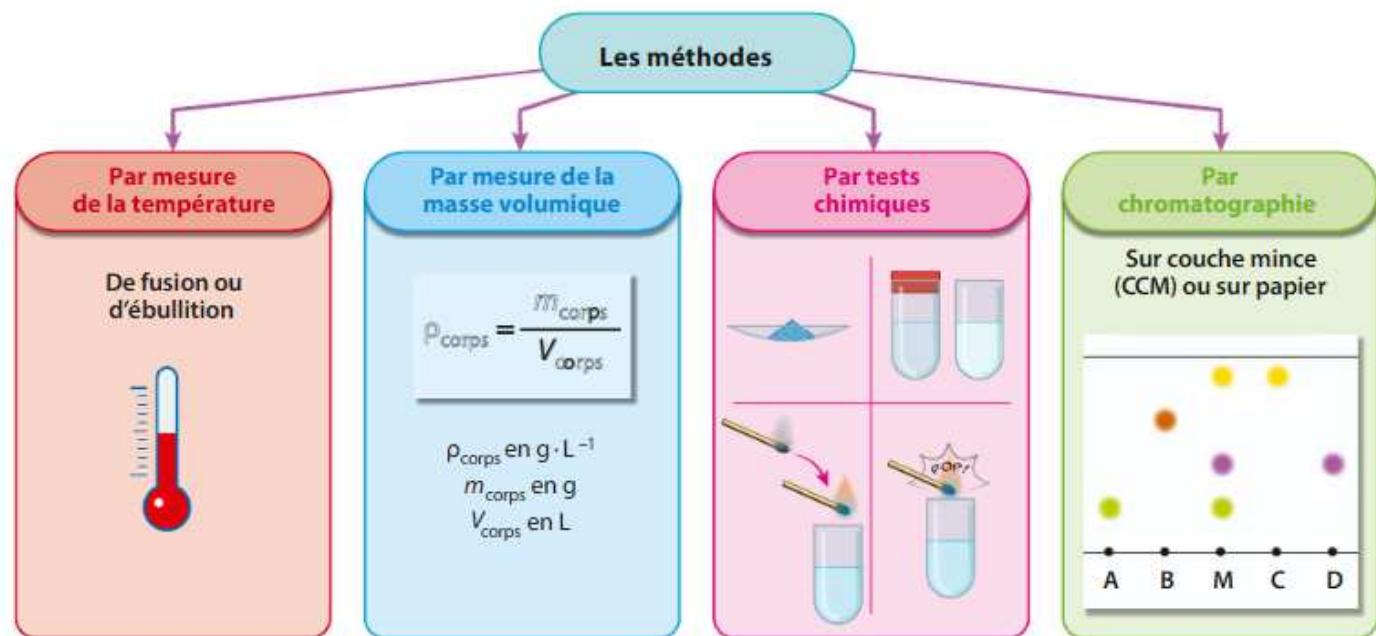
Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Résumé

Corps pur et mélange



Identifier une espèce chimique



Application 1

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

La benzocaïne est une espèce utilisée comme anesthésique local. Elle peut être synthétisée à partir de l'acide 4-aminobenzoïque et de l'éthanol.

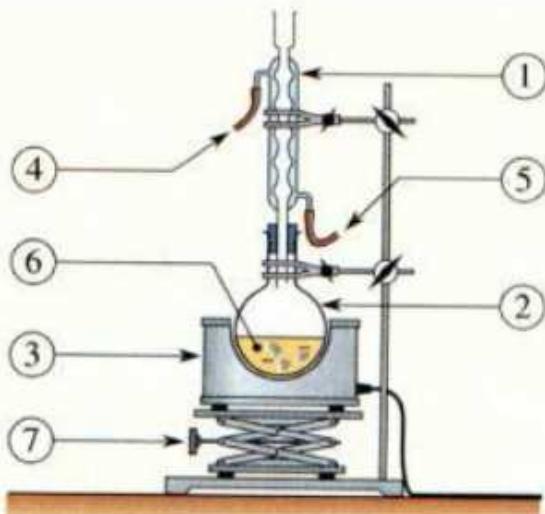
Protocole expérimental :

- Dans un ballon, on introduit 1,3 g d'acide 4-aminobenzoïque et 20 mL d'éthanol. On ajoute 1 mL d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce. On adapte un réfrigérant à eau au ballon et on chauffe à reflux pendant une heure.
- Après refroidissement du ballon, on verse son contenu dans une ampoule à décanter ; l'espèce chimique synthétisée est extraite en utilisant un solvant. Après évaporation du solvant, on recueille un solide identifié par sa température de fusion (88°C) et par une CCM.

Données :

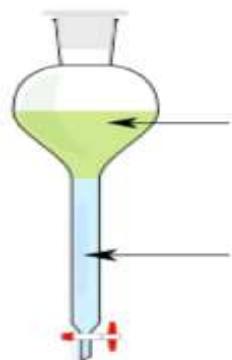
	eau	éthanol	Ether diéthylique	Cyclohexane
densité	1,0	0,79	0,71	0,78
Miscibilité Avec l'eau	-	miscible	Non miscible	Non miscible
Solubilité de la benzocaïne	Peu soluble	Très soluble	Très soluble	Soluble

- Cette synthèse comporte 3 étapes. Les nommer et les décrire. (1,5 pts)
- Légender le schéma du montage de chauffage à reflux. (2pts)



- Quelle est l'utilité du chauffage à reflux ? (1pt)
 - Pourquoi ajoute-t-on de la pierre ponce ? (1pt)
 - Le pictogramme présent sur le flacon d'acide sulfurique est le suivant : Quelles précautions doit-on prendre lors de la manipulation de cet acide ? (1pt)
-
- Quel solvant faut-il choisir pour extraire l'espèce chimique synthétisée ? Justifier votre réponse. (2pts)
 - Le protocole fait intervenir une ampoule à décanter. Quelle est son utilité ? (1pt)
 - Légender le schéma ci-dessous de l'ampoule à décanter. Justifier la position des phases ainsi que leur contenu. (1pt)

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde



9. La masse volumique de l'éthanol est $\rho_{\text{étha}} = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$. Pour réaliser cette expérience, on ne dispose que d'une balance pour prélever les 20 mL d'éthanol. Quelle grandeur va-t-on mesurer ? Calculer sa valeur. (2pts)
10. Citer 2 autres méthodes d'extraction et les décrire brièvement. (1pt)

Afin de vérifier l'identité du produit obtenu, on réalise une chromatographie sur couche mince.

11. Qu'est-ce qu'une chromatographie ? (1pt)
12. Représenter un schéma légendé du chromatogramme. (1,5pts)
13. Le solide obtenu est-il bien de la benzocaïne ? Est-il pur ? Justifier votre réponse. (1,5pts)
14. Définir le rapport frontal R_f d'une espèce chimique. (1pt)
15. Calculer le rapport frontal de la benzocaïne commerciale (1,5pts)

QuickTime™ et un décodeur pour visualiser cette image.

Correction

- La transformation chimique est réalisée grâce à un dispositif de chauffage à reflux. Le traitement est constitué du refroidissement du contenu du ballon, puis d'une extraction et d'une évaporation du solvant. L'espèce chimique obtenue est ensuite identifiée par la mesure de sa température de fusion et par CCM.
- Voir AE5
- Le chauffage à reflux permet de maintenir le mélange réactionnel à ébullition et de condenser les vapeurs qui se forment grâce à un réfrigérant. Cela évite ainsi toute perte de matière.
- Les pierresponce permettent de réguler l'ébullition.
- Ce pictogramme signifie corrosif, il faut manipuler l'acide avec une blouse, des gants et des lunettes.
- Pour réaliser l'extraction de l'espèce synthétisée, il faut que le solvant soit non miscible avec l'eau et que l'espèce à extraire y soit très soluble. On choisira donc l'éther diéthylique.
- L'ampoule à décanter permet de séparer des liquides non miscibles.
- L'éther diéthylique étant moins dense que l'eau, il va se trouver dans la phase supérieure.
- Il va falloir mesurer la masse d'éthanol correspondant à 20 mL. Pour cela on utilise la masse volumique de l'éthanol : $\rho_{\text{étha}} = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$
Soit : $m_{\text{éthanol}} = \rho_{\text{étha}} \times V_{\text{éthanol}}$ A.N. : $m_{\text{éthanol}} = 0,79 \times 20 = 15,8 \text{ g}$
- Deux autres méthodes d'extraction : la macération et l'infusion. Voir cours
- Une CCM est une méthode de séparation et d'identification d'espèces chimiques.
- Légende : ligne de dépôt, front du solvant.
- Le chromatogramme indique que le produit synthétisé est constitué de deux espèces chimiques car on peut observer deux tâches. On observe une tâche à la même hauteur que la benzocaïne commerciale donc le solide obtenu contient bien de la benzocaïne mais il n'est pas pur.
- Le rapport frontal est égal au rapport de la distance parcourue par un constituant h par la distance parcourue par le front du solvant H .

$$R_f = \frac{h}{H}$$

$$R_f = \frac{3,4}{5,1} = 0,67$$

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Application 2

On dispose d'un comprimé d'Actron® (médicament antalgique), d'un tube de Percutaféine (pommade pour un traitement local à visée amincissante) et de caféine.

Afin de vérifier la présence de caféine dans ces deux médicaments, on réalise une chromatographie sur couche mince.

Les dépôts réalisés sont :

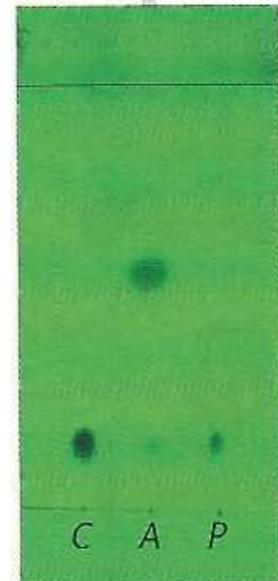
C : une solution de caféine dans de l'acétate d'éthyle ;

A : le comprimé d'Actron® mis en solution dans de l'acétate d'éthyle ;

P : une solution de pommade dans l'acétate d'éthyle.

Après élution et séchage, la plaque est révélée à la lampe UV.

1. Réaliser un schéma légendé de l'expérience. (1pt)
2. Réaliser un schéma légendé du chromatogramme obtenu. (0,5pt)
3. Définir le rapport frontal de la caféine puis le calculer. (2pts)
4. Le comprimé et la pommade contiennent-ils de la caféine ? Justifier.
Où peut-on trouver cette information ? (1,5pts)
5. Le comprimé et la pommade sont-ils des espèces chimiques pures ou des mélanges ? Justifier. (1pt)



Correction

1. Voir TP.
2. Schéma du chromatogramme :
3. La caféine est une espèce chimique pure. Le rapport frontal de la caféine s'obtient à partir de la seule tache correspondant au dépôt :

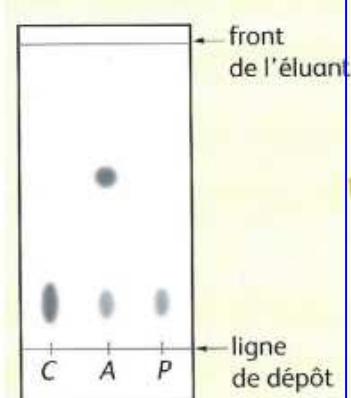
$$R_f = \frac{h_C}{H}$$

h_C est la distance entre la ligne de dépôt et le centre de la tache ; on mesure $h_C = 0,6$ cm

H est la distance entre la ligne de dépôt et le front du solvant ; on mesure $H = 4,0$ cm

$$\text{A.N. : } R_f = \frac{0,6}{4,0} = 0,15$$

4. Pour les dépôts A et P, on observe une tache ayant le même rapport frontal que la caféine. Le comprimé d'Actron® et la pommade contiennent tous les deux de la caféine. On peut trouver cette information sur la notice du médicament.
5. Pour le dépôt A, le chromatogramme révèle la présence de plusieurs taches. Le comprimé d'Actron® contient au moins une autre espèce. C'est donc un mélange. Pour la pommade, seule la tache correspondant à la caféine est révélée. Mais certaines espèces chimiques peuvent ne pas être solubles dans le solvant de dépôt. C'est peut-être un corps pur ou un mélange ?



Application 3

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Classer les substances suivantes en deux catégories, corps pur ou mélange (cocher les cases qui conviennent)

Substances	Eau minérale	Dioxygène	Jus d'orange	Air	Fer	Acier	Eau de pluie	Acide salicylique
Corps pur								
mélange								

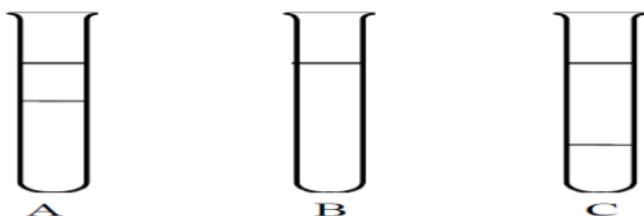
Correction

Substances	Eau minérale	Dioxygène	Jus d'orange	Air	Fer	Acier	Eau de pluie	Acide salicylique
Corps pur		X			X			X
mélange	X		X	X		X	X	

Application 4

L'acide benzoïque est un solide blanc utilisé comme conservateur. Sa solubilité dans l'eau, à 25 °C, est égale à 2,4 g.L⁻¹.

1. Définir la solubilité d'une espèce chimique. Donner les unités correspondantes. (1,5pts)
2. Quelle masse maximale d'acide benzoïque peut-on dissoudre dans 1,0 L d'eau? Dans 2,0 L d'eau ? (1pt)
3. Que se passe-t-il si on veut dissoudre 3 g d'acide benzoïque dans 1,0 L d'eau ? Justifiez. (1pt)
4. On peut dissoudre facilement 4,0 g d'acide benzoïque dans 1,0 L d'une solution d'acétate d'éthyle. Que peut-on conclure sur la solubilité de l'acide benzoïque dans l'eau et dans l'acétate d'éthyle ? (1pt)
5. Dans chaque tube à essais représenté ci-dessous, chaque mélange est constitué de 5 mL d'eau et 10 mL de solvant organique. Légender chaque tube en vous aidant du tableau suivant. Vous justifierez chaque choix. (1,5pts)



Solvant organique	cyclohexane	dichlorométhane	éthanol
Densité	0,78	1,30	0,79
Miscibilité avec l'eau	nulle	nulle	totale

Correction

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

1. La solubilité d'une espèce chimique est la masse maximale de cette espèce que l'on peut dissoudre dans 1L de solution.
2. Dans 1L d'eau on peut donc dissoudre 2,4 g d'acide benzoïque et dans 2L, on peut en dissoudre 2 fois plus donc 4,8g.
3. Sin on veut dissoudre 3g d'acide benzoïque dans 1L d'eau la solution sera saturée car on dépasse la masse maximale que l'on peut dissoudre soit 2,4g.
4. Le tube B contient l'éthanol car c'est une espèce chimique totalement miscible avec l'eau donc on obtient un mélange homogène (1 seule phase).
Le tube A contient le dichlorométhane car on peut observer 2 phases ce qui signifie qu'il est non miscible avec l'eau. De plus il est plus dense que l'eau donc comme on en a versé un volume 2 fois plus grand le tube représentant cette situation est le A.
Le tube C contient donc le cyclohexane.

Application 5

L'eucalyptus est un arbre dont les feuilles contiennent une huile essentielle odorante dont la principale espèce chimique est l'eucalyptol. On hache menu quelques feuilles d'eucalyptus, que l'on place dans un erlenmeyer contenant 200 mL d'eau froide, puis on fait bouillir le tout pendant 30 min. On filtre pour éliminer les feuilles, puis on obtient un mélange d'eau et d'huile essentielle d'eucalyptus.

1. Comment se nomme cette méthode d'extraction ? Citer une autre méthode que l'on aurait pu utiliser. (1pt)

L'objectif est d'extraire de la solution, l'eucalyptol à l'aide d'un solvant. Quatre solvants sont à notre disposition.

2. Quel solvant d'extraction doit-on choisir ? Procéder par élimination en justifiant les réponses. (2pts)

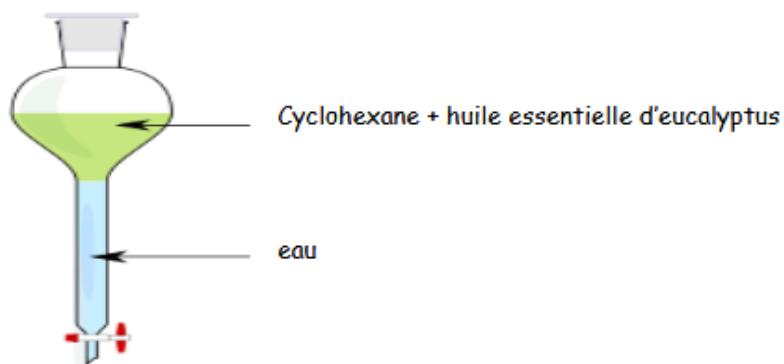
Solvants	Miscibilité avec l'eau	Solubilité de l'eucalyptol (à 20°C)	Densité (à 20°C)	Dangerosité
Toluène	Non miscible	Peu soluble	0,87	Inflammable, nocif, irritant, pollution de l'environnement
Cyclohexane	Non miscible	Très soluble	0,78	Inflammable, pollution de l'environnement
Ethanol	Miscible	Très soluble	0,81	Inflammable, pollution de l'environnement
Dichlorométhane	Non miscible	Très soluble	1,33	Très toxique, inflammable, pollution de l'environnement

3. On introduit dans une ampoule 5 mL du solvant retenu et le filtrat précédent (eau+eucalyptol), on agite puis on laisse décanter. Faire un schéma légendé de l'ampoule à décanter et de son contenu avant puis après décantation, en indiquant et en justifiant l'ordre et le contenu de ces phases. (3pts)
4. La masse volumique du toluène est $0,87 \text{ g.mL}^{-1}$. Pour réaliser une expérience, Arthur a besoin de 8,7 g de toluène et ne dispose que d'une éprouvette graduée. Quelle grandeur va-t-il mesurer ? Calculer sa valeur. (2pts)
5. Pour une autre expérience, Emma a besoin de 20 mL de toluène et ne dispose que d'une balance. Quelle grandeur va-t-elle mesurer ? Calculer sa valeur. (2pts)

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Extraction et identification des espèces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

Correction

1. C'est une décoction. On peut aussi utiliser l'infusion.
2. Il faut choisir un solvant extracteur non miscible avec l'eau et dans lequel l'huile essentielle d'eucalyptus y est très soluble. Ce solvant doit être le moins dangereux pour la santé et l'environnement. On choisira le cyclohexane qui répond à tous ces critères.
3. Après décantation : On observe deux phases, l'eau et le cyclohexane sont non miscibles. Le cyclohexane étant moins dense que l'eau il se situe au-dessus.



4. Arthur va mesurer le volume de toluène à prélever. Sachant qu'1mL de toluène a une masse de 0,87g, pour prélever 8,7g il devra mesurer 10 mL. $V = \frac{m}{\rho} = 8,7/0,87 = 10 \text{ mL}$
5. Emma va mesurer la masse de toluène à prélever. $m = \rho V = 0,87 \times 20 = 17,4 \text{ g}$