

PREMIÈRE PARTIE : LA SANTE

Séquence 1 : Substances Chimiques et Éléments Chimiques

1. Rappels de Collège.

Pour s'alimenter, se vêtir, se déplacer, construire, l'Homme utilise de nombreux et différents objets. Ces objets, en particulier les médicaments, sont composés de différentes matières appelées : espèces chimiques.

1.1. – Espèces chimiques naturelles :

Certaines matières proviennent de la nature, elles sont présentes dans les végétaux, les animaux et les minéraux.

Une substance naturelle est une substance qui existe dans la nature.

1.2. – Espèces chimiques synthétiques :

D'autres matériaux sont fabriqués mais tous sont complexes car ils contiennent différentes **substances chimiques**. Synthétiser une espèce chimique, c'est mettre au point un procédé, une méthode pour la fabriquer à partir d'autres matières.

Une espèce de synthèse est une matière fabriquée par l'Homme.

Une substance de synthèse est le produit de transformations chimiques.

On distingue :

- **Espèces chimiques qui existent déjà dans la nature :** L'Homme est capable de reproduire à l'identique des molécules qui sont déjà présentes dans la nature.

Ces substances de synthèse sont identiques aux substances naturelles.

L'Homme synthétise souvent des espèces chimiques existant déjà dans la nature pour des raisons pratiques (en grande quantité, au moment voulu, ...), économiques et écologiques.

Une **substance de synthèse** est une substance fabriquée par l'Homme, mais qui est une copie conforme d'une espèce qui existe aussi dans la nature.

Par synthèse, l'Homme peut reproduire une substance qui existe déjà dans la nature.

- **Espèce chimique artificielle** : L'Homme est capable de fabriquer des matières qui ne sont pas présentes dans la nature.

Ces substances de synthèse sont identiques aux substances naturelles.

Une **substance artificielle** est une substance synthétique qui n'existe pas dans la nature, qui est une invention de l'homme.

Elle est constituée de molécules que l'on ne trouve pas dans la nature.

1.3. – Corps purs & Mélanges :

Lorsqu'une substance est constituée d'une seule espèce chimique, la substance est un corps pur.

Lorsqu'une substance est constituée de plusieurs espèces chimiques, la substance est un mélange.

2. Extraction solide – liquide par un solvant.

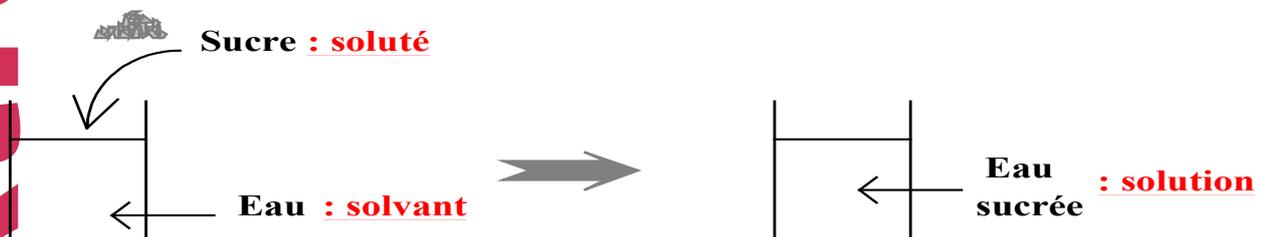
2.1. – Solubilité :

Le solvant est un liquide capable de dissoudre des espèces chimiques.

L'espèce qui se dissout s'appelle **le soluté** : on dit que le soluté est **soluble** dans le solvant.

Exemple : le sucre est soluble dans l'eau.

L'ensemble formé par le soluté dissous dans le solvant s'appelle une **solution**.



On parle de **solution aqueuse** si le solvant utilisé est de l'eau.

La **solubilité** d'une espèce chimique, notée **S**, est la quantité maximale de cette espèce que l'on peut dissoudre dans 1L de solvant.

Elle s'exprime en : g. L⁻¹ ou g / L

Remarque : Une espèce insoluble dans un solvant a donc une solubilité : $S = 0 \text{ g. L}^{-1}$

2.2. – Principe d'une extraction par solvant :

L'extraction par solvant consiste à faire passer, par dissolution, l'espèce à extraire dans un solvant adapté.

Cette technique peut permettre d'extraire des arômes de fruits ou de fleurs pour la parfumerie.

Différentes techniques sont possibles :

- La macération :

Le solvant extracteur est choisi de telle sorte que l'espèce à extraire y soit le plus soluble possible :

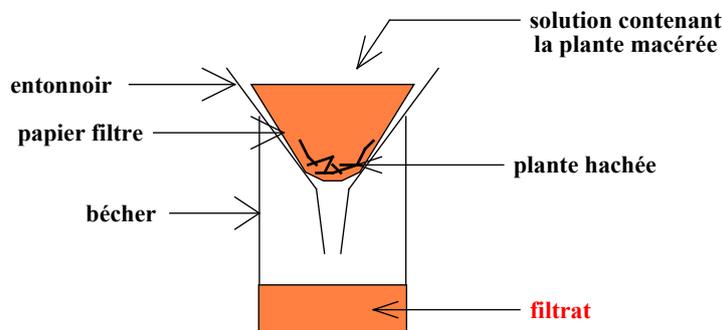
Par exemple, en faisant **macérer** des pétales dans un solvant adapté, les espèces aromatiques des fleurs vont naturellement se dissoudre dans le solvant extracteur ce qui permettra de les extraire.

- L'infusion :

De l'eau bouillante versée sur une plante hachée permet d'extraire certaines espèces chimiques.

2.3. – Extraction solide – liquide :

Une fois la macération ou l'infusion terminée, la séparation est réalisée par **filtration**.

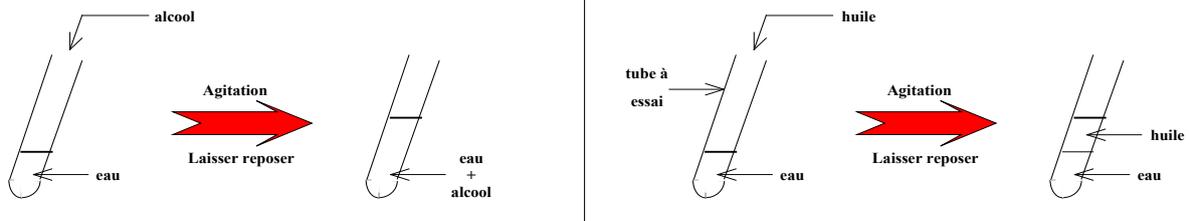


3. Extraction liquide – liquide par un solvant.

Si la substance à extraire est initialement dans un liquide, il faut que le solvant extracteur ne se mélange pas avec l'ensemble du liquide, mais permette uniquement la solubilisation de l'espèce à extraire.

3.1. – Miscibilité de deux liquides :

Pour répondre à la question : « tous les liquides se mélangent – ils ? », on réalise l'expérience suivante :



Observations :

L'eau et l'alcool se mélangent : ils forment un mélange homogène. Ces deux liquides sont **miscibles**.

L'eau et l'huile ne se mélangent pas : elles forment un mélange hétérogène. Ces deux liquides sont **non miscibles**.

Définition :

Deux liquides sont **miscibles** si le mélange obtenu est homogène.

3.2. – Masse volumique et densité :

La **masse volumique** ρ (en kg/L ou kg.L⁻¹) d'un corps est égale au rapport de sa masse m (en kg) sur son volume V (en L).

$$\text{masse volumique} = \frac{\text{masse}}{\text{volume}} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \text{Avec} \left\{ \begin{array}{l} \text{masse } m \text{ en kg} \\ \text{volume } V \text{ en L} \\ \text{masse volumique } \rho \text{ en kg.L}^{-1} \end{array} \right.$$

La **densité** d d'un corps (sans unité) est le rapport de sa masse volumique par rapport à celle de l'eau (qui sert de référence pour les liquides et les solides).

La masse volumique de l'eau est de : $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg.L}^{-1}$

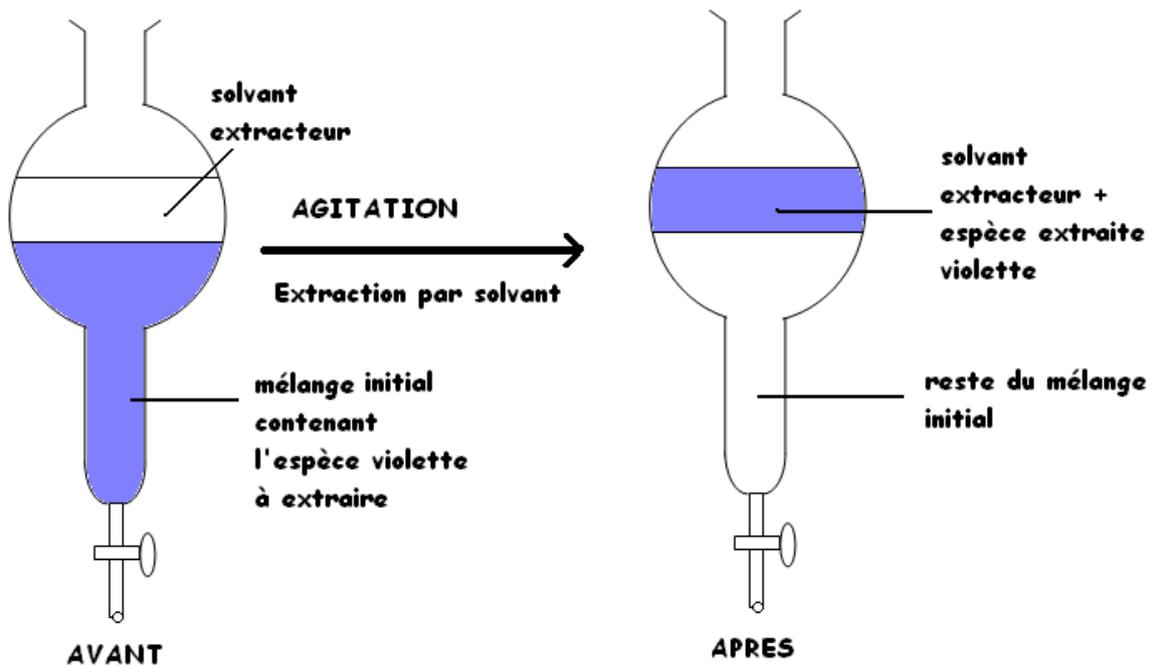
3.3. – Extraction liquide – liquide :

Si deux liquides sont **non miscibles**, c'est qu'ils ne se mélangent pas : on observe alors deux **phases** distinctes.

Le liquide qui **surname** au-dessus est celui qui est le moins dense (densité la plus faible).

Exemple : L'eau et l'huile sont deux liquides non miscibles. L'huile surname au-dessus de l'eau et est donc moins dense.

Pour séparer deux liquides non miscibles, on réalise une simple décantation, c'est-à-dire qu'on attend que naturellement les deux phases se séparent.



L'espèce violette a été extraite du mélange initial :
Elle s'est dissout dans le solvant extracteur

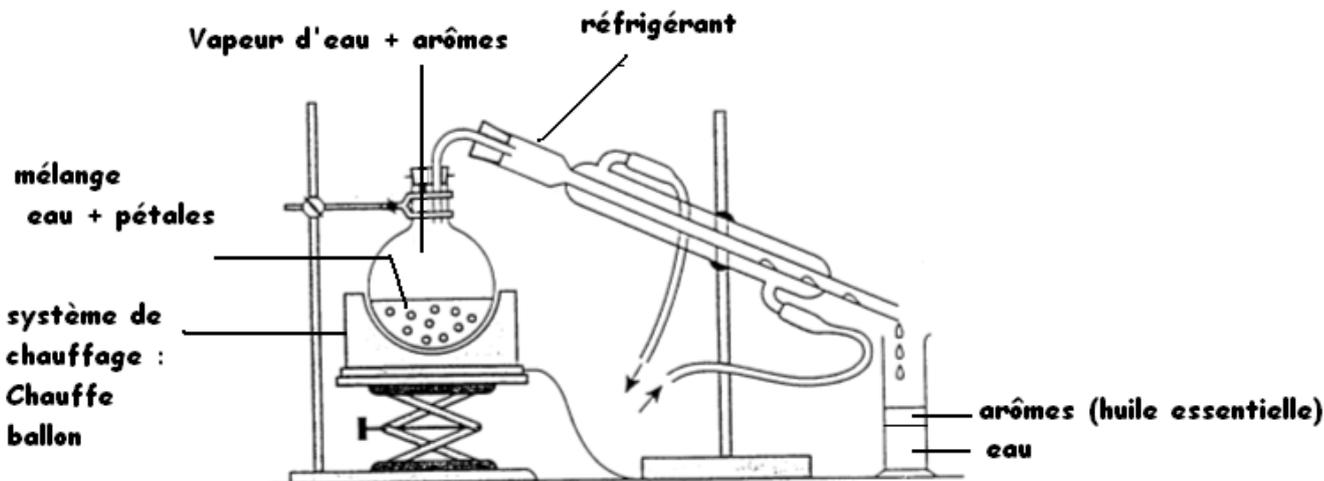
4. Extraction par hydrodistillation

Il peut être utile au chimiste **d'extraire** une seule espèce chimique à partir d'un mélange, comme par exemple extraire l'espèce « active » d'une plante pour en faire un médicament.

Il possède pour cela différentes techniques de laboratoires, basées sur les propriétés physiques ou chimiques de la matière.

Une hydrodistillation est une distillation d'un mélange d'eau et d'un produit naturel (pétales de fleurs, écorces d'agrumes...) : En chauffant, ce mélange est porté à ébullition, ce qui libère les substances

odorantes **volatiles (arômes)** contenues dans le produit naturel. Ces espèces sont entraînées par la vapeur d'eau également formée et condensée à part grâce au **réfrigérant**.



L'**hydrodistillat** est recueilli à part dans une éprouvette et contient deux phases :

Les arômes liquides ne sont en général pas solubles dans l'eau, ce qui permet de les séparer et de recueillir simplement par décantation les « **huiles essentielles** » ainsi formées.

5. Exercices

5.1. Exercice n°1.1 : Définir.

Répondre par une phrase aux questions suivantes :

- Qu'appelle-t-on une substance naturelle ?
- Qu'appelle-t-on une substance de synthèse ?

5.2. Exercice n°1.2 : Classer.

a) Parmi les substances suivantes, identifier les substances naturelles et les substances artificielles :

Le bois, le nylon, l'ivoire, le ciment, le pétrole, l'argile, le polystyrène, le coton, l'aluminium.

b) En s'aidant éventuellement d'un dictionnaire, identifier, parmi les substances suivantes celles qui sont artificielles :

Le caoutchouc, le téflon, le mica, le formica, l'indigo, la soie.

5.3. Exercice n°1.3 : Masse volumique.

La masse d'un litre d'éthanol est égale à 0,79 kg.

- Calculer la masse volumique de l'éthanol en $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Calculer la densité de l'éthanol par rapport à l'eau.

5.4. Exercice n°1.4 : Masse volumique.

La densité du dichlorométhane par rapport à l'eau est égale à 1,33.

- Calculer sa masse volumique en $\text{kg} \cdot \text{L}^{-1}$.

- b) Calculer la masse de 1,5 L de dichlorométhane.
c) Calculer le volume occupé par 200 g de cette substance.

5.5. Exercice n°1.5 : Masse volumique.

À 20°C, la solubilité de l'acide benzoïque (conservateur alimentaire) dans divers solvants est indiquée dans le tableau ci-dessous :

Dans l'eau	2,4 g. L ⁻¹
Dans l'éther	23 g. L ⁻¹
Dans l'alcool (éthanol)	43 g. L ⁻¹

- a) Quelle masse de ce conservateur peut se dissoudre au maximum dans 2 L d'eau ?
b) On dispose d'une « solution aqueuse d'acide benzoïque ». Expliquer ce que c'est.

5.6. Exercice n°1.6 : Vocabulaire.

Faire une phrase ou deux, basées sur un exemple concret, utilisant les mots « solvant », « soluté », « solution » et « dissolution ».

5.7. Exercice n°1.7 : Séparation d'un mélange.

On dispose d'une solution aqueuse **mauve** contenant un mélange d'une solution de sulfate de cuivre (solution **bleue**) et d'une solution de rouge de méthyle (solution **rouge**).

- a) Indiquer le nom de la méthode permettant de séparer ces deux espèces chimiques.
b) Décrire les différentes opérations à effectuer et faire un schéma légendé de l'ampoule à décanter en précisant la nature des différentes phases (avant et après extraction).

Données :

Densité du cyclohexane : 0,78

Le sulfate de cuivre (II) est très soluble dans l'eau, mais insoluble dans le cyclohexane.

Le rouge de méthyle est peu soluble dans l'eau et très soluble dans le cyclohexane.

Le cyclohexane est un liquide non miscible avec l'eau.

Je vérifie mes connaissances sur la séquence 1

1. Lors d'une extraction par solvant, le composé à extraire est :

- a- plus soluble dans le solvant extracteur que dans le solvant de départ.
- b- plus soluble dans le solvant de départ que dans le solvant extracteur.

2. Si on verse dans de l'eau un liquide non miscible et moins dense, on observe :

- a- une seule phase.
- b- deux phases avec l'eau qui surnage.
- c- deux phases avec le liquide qui surnage.

3. Le montage d'une hydrodistillation utilise :

- a- un réfrigérant pour liquéfier les vapeurs.
- b- un réfrigérant pour permettre l'ébullition.
- c- un réfrigérant pour refroidir le ballon contenant l'eau et les pétales de fleurs.

4. La densité d'un liquide s'exprime :

- a- sans unité.
- b- en kg. L
- c- en L. kg⁻¹
- d- en kg. L⁻¹

5. L'indigo est un colorant pour teinter les vêtements. Il a été longtemps extrait d'une plante mais est maintenant fabriqué à grande échelle dans les laboratoires. C'est une substance :

- a- naturelle.
- b- de synthèse.
- c- artificielle.

6. Pour enlever le vernis sur les ongles, on utilise du dissolvant. C'est :

- a- un solvant.
- b- un soluté.
- c- une solution.
- d- une solution aqueuse.

DEVOIR A RENDRE N°1

I – Définir : / 2

- a) Donner la définition d'une substance naturelle ? Citer un exemple. / 1
 b) Donner la définition d'une substance de synthèse ? Citer un exemple. / 1

II – Appliquer le cours : / 5

À 20°C, la solubilité s du diiode I_2 dans divers solvants est indiquée en $g.L^{-1}$ dans le tableau suivant

Solvants :	eau	éther	chloroforme	Sulfure de carbone
Solubilité s :	0,3	250	47	165
Densité :	1	0,65	1,48	1,26

Remarque : Tous les solvants non aqueux cités ne sont pas miscibles avec l'eau. Ces solvants sont organiques.

- a) Qu'est-ce que la « solubilité d'une espèce » ? Expliquer à partir d'un exemple du tableau. / 1
 b) Quel volume minimum de chloroforme faut-il utiliser pour dissoudre 1,0g de diiode. / 1
 c) On dispose d'une solution aqueuse de diiode. On souhaite extraire le diiode de cette solution. / 1
 Quel solvant est le mieux adapté à cette opération ? Justifier.
 d) On utilise pour l'extraction une ampoule à décante dans laquelle on verse la solution aqueuse et de l'éther. / 2
 Faire le schéma de l'ampoule et préciser la nature de chaque phase en justifiant.
 Vous devez indiquer après l'extraction où se trouvent l'eau, le diiode et le solvant extracteur.

III – Densité : / 3

La densité du toluène est de 0,87. Quelle est la masse de 25mL de toluène ? (Détaillez tous les calculs).
 On donne la masse volumique de l'eau : 1 g / mL.

IV – Extraction d'espèce : / 6

L'estragole est une espèce chimique aromatique présente dans l'estragon, le basilic ou l'anis. On l'utilise souvent comme arôme alimentaire ou en parfumerie. Pour cela, elle doit être extraite de ces plantes par hydrodistillation.

Le distillat obtenu est un mélange intime d'une phase aqueuse et d'une phase organique qu'il n'est pas possible de séparer par simple décantation. On procède donc à une extraction par solvant.

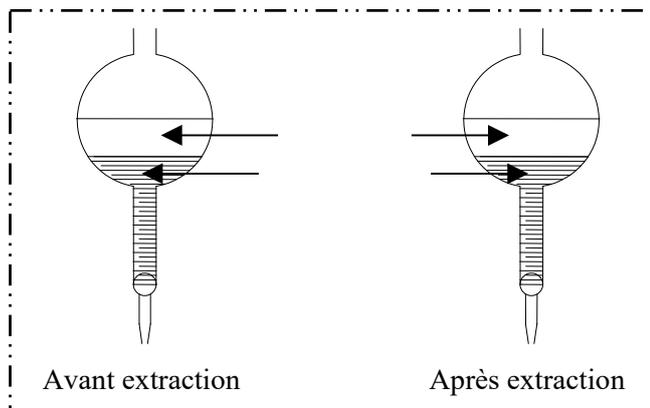
- a) Rappeler simplement le principe d'une hydrodistillation. (2 ou 3 lignes) / 1,5

Données :

Densité de l'estragole : 0,96	
Solubilité de l'estragole	
Dans l'eau (densité = 1)	Très faible
Dans l'éther (densité = 0,90)	Faible
Dans l'éthanol (densité = 0,79)	Importante
Dans le cyclohexane (densité = 0,78)	Importante

- b) En s'appuyant sur les données du tableau, dire quel solvant il est possible d'utiliser pour extraire l'estragole du distillat. Justifier en une phrase. / 1,5

- c) L'éthanol est miscible avec l'eau alors que le cyclohexane ne l'est pas. Quel est le solvant à choisir ? Justifier. / 1
- d) Compléter les schémas suivants en indiquant la nature des phases et où se trouve l'estragole. Justifier. / 2



V – Convertir :

/ 4

$$12 \text{ cm}^3 = \dots\dots\dots \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \text{ cL} / 1$$

$$2,51 \text{ dL} = \dots\dots\dots \text{ cm}^3 / 0,5$$

$$0,03 \text{ dm}^3 = \dots\dots\dots \text{ mL} / 0,5$$

$$15 \text{ g} \cdot \text{ mL}^{-1} = \dots\dots\dots \text{ g} \cdot \text{ L}^{-1} = \dots\dots\dots \text{ kg} \cdot \text{ L}^{-1} / 2$$

Correction des exercices d'application

1. Séquence 1

Exercice n°1.1 :

- Une substance naturelle est une substance qui est présente dans la nature.
- Une espèce de synthèse est une matière fabriquée par l'Homme.

Exercice n°1.2 :

- Parmi les substances suivantes, identifier les substances naturelles et les substances artificielles :

Substances naturelles	Substances artificielles
Le bois, l'ivoire, le ciment, le pétrole, l'argile, le coton, l'aluminium	le nylon, le polystyrène.

- En s'aidant éventuellement d'un dictionnaire, identifier, parmi les substances suivantes celles qui sont artificielles :

Substances artificielles	Substances naturelles ou synthétiques
Le téflon, le formica	Le caoutchouc, le mica, l'indigo, la soie

Exercice n°1.3 :

- Calculer la masse volumique de l'éthanol en kg.L^{-1} .

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad \rho = \frac{0,79}{1} = 0,79 \text{ kg.L}^{-1}$$

- Calculer la densité de l'éthanol par rapport à l'eau.

$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} \quad \text{avec} \quad \rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg.L}^{-1} \quad \text{donc} \quad d = \frac{0,79}{1} = 0,79$$

Exercice n°1.4 :

- Calculer sa masse volumique en kg.L^{-1} .

$$d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}} \quad \text{donc} \quad \rho = d \times \rho_{\text{eau}} = 1,33 \times 1 = 1,33 \text{ kg.L}^{-1}$$

- Calculer la masse de 1,5 L de dichlorométhane.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad m = \rho \times V = 1,33 \times 1,5 = 1,99 \text{ kg}$$

- Calculer le volume occupé par 200 g de cette substance.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{donc} \quad V = \frac{m}{\rho} = \frac{0,2}{1,33} = 0,15 \text{ kg} \quad \text{car} \quad m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

Exercice n°1.5 :

- La solubilité d'une substance est la quantité maximale de soluté que l'on peut dissoudre dans 1L de solvant.

Dans 2L d'eau, on peut donc dissoudre au maximum : $2 \times 2,4 = 4,8 \text{ g}$ de conservateur.

- Une solution aqueuse d'acide benzoïque a été fabriquée en faisant se dissoudre de l'acide benzoïque solide (le soluté) dans de l'eau (le solvant).

Exercice n°1.6 :

Lors de la dissolution d'un morceau de sucre dans une tasse de café : le sucre joue le rôle de soluté, le café celui de solvant et le café sucré est une solution aqueuse.

Un cachet d'aspirine (le soluté) se dissout dans un verre d'eau (le solvant) pour former une solution buvable.

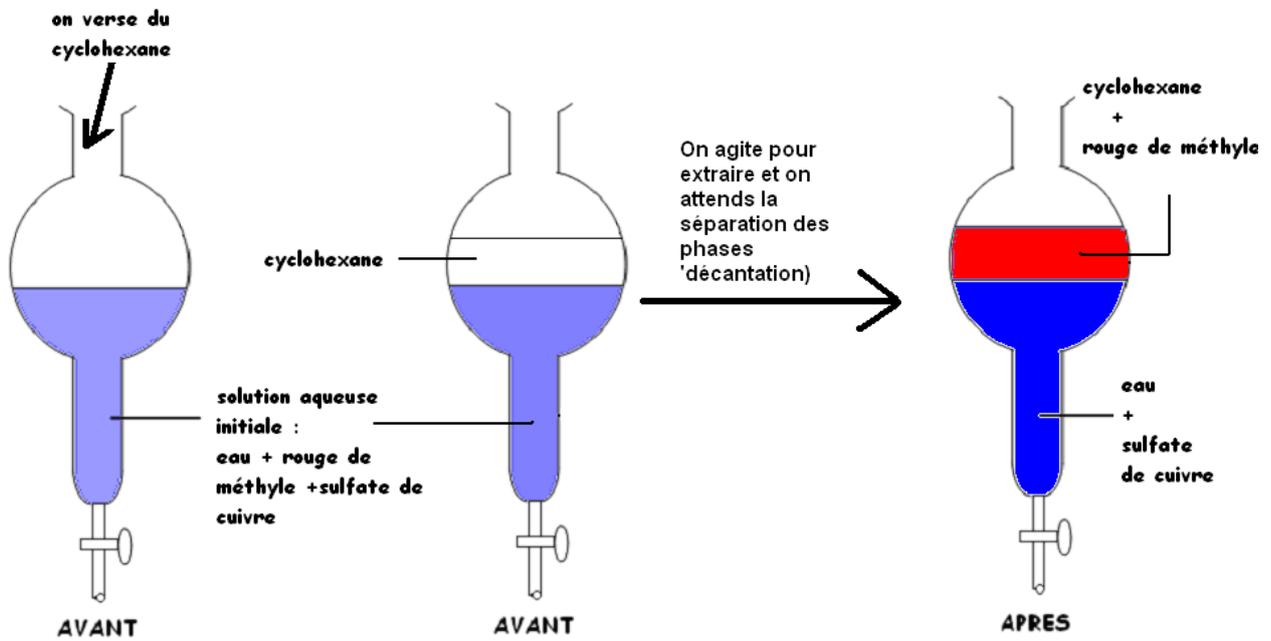
Exercice n°1.7 :

a. Pour séparer et extraire ces espèces, on utilise une extraction par solvant.

b. Le cyclohexane est un bon solvant pour le rouge de méthyle : il peut donc jouer le rôle de solvant extracteur.

Par contre, le sulfate de cuivre préférera rester en solution dans l'eau.

Le cyclohexane n'est pas miscible avec l'eau ce qui permettra de les séparer par simple décantation, la phase supérieure étant le cyclohexane car il est moins dense ($d_{\text{cyclo}} = 0,78 < d_{\text{eau}} = 1$)



Je vérifie mes connaissances - Corrections

1. Séquence 1

1°) Lors d'une extraction par solvant, le composé à extraire est :

a- plus soluble dans le solvant extracteur que dans le solvant de départ.

2°) Si on verse dans de l'eau un liquide non miscible et moins dense, on observe :

c- deux phases avec le liquide qui surnage.

3°) Le montage d'une hydrodistillation utilise :

a- un réfrigérant pour liquéfier les vapeurs.

4°) La densité d'un liquide s'exprime :

a- sans unité.

5°) L'indigo est un colorant pour teinter les vêtements. Il a été longtemps extrait d'une plante mais est maintenant fabriqué à grande échelle dans les laboratoires. C'est une substance :

b- de synthèse.

6°) Pour enlever le vernis sur les ongles, on utilise du dissolvant. C'est :

a- un solvant.