

Introduction

Les substances les plus courantes dans la nature sont des mélanges. L'eau salée, par exemple, est un mélange d'eau et de sel tandis que l'air est un mélange de divers gaz. Il arrive très souvent qu'une substance doive être purifiée avant d'être utilisée. Ainsi, l'eau de mer n'est pas potable mais l'eau distillée est potable. La séparation de divers mélanges fait appel à des techniques de purification/séparation variées. Cela nous procure donc l'occasion d'étudier de petites techniques. Les techniques de séparation des mélanges servent à isoler ou à séparer certains constituants des mélanges dans lesquels ils se trouvent. Il est souvent nécessaire, pour obtenir une substance pure, de la séparer de toutes les autres substances qui l'accompagnent. Le choix de la technique varie en fonction du mélange, de la substance que l'on doit séparer du reste du mélange et des phases qui constituent le mélange.

1. Définition

Un mélange est constitué d'au moins 2 corps purs. Il est donc constitué d'au moins 2 types de particules différents. Il existe différents types de mélanges.

1.1. Mélanges hétérogènes

Pour certains mélanges, on peut voir à l'œil nu qu'il s'agit d'un mélange. Un mélange hétérogène est un mélange où l'on peut distinguer les composants à l'œil nu (Fig.1).

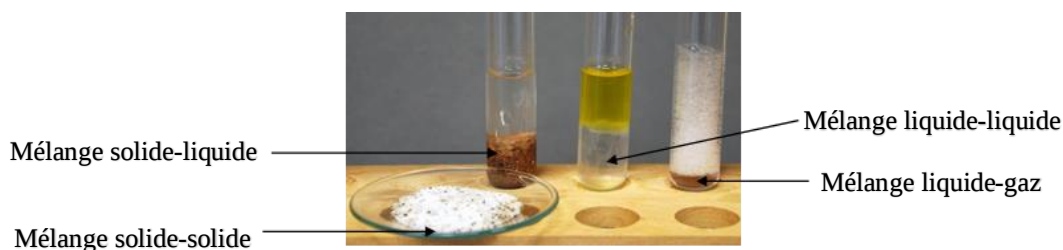


Figure 1. Quelques mélanges hétérogènes.

1.2. Mélanges homogènes

Un mélange homogène est un mélange où l'on ne peut pas distinguer les composants à l'œil nu. Comme les mélanges hétérogènes, les mélanges homogènes ont des noms spécifiques qui dépendent des états des constituants (Fig.2).



Figure 2. Quelques mélanges homogènes.

2. Les méthodes de séparation d'un mélange

Les principales techniques de séparation des mélanges les plus utilisées sont:

- ✓ La filtration
- ✓ La centrifugation
- ✓ Les techniques chromatographiques (de partage, d'affinité, d'adsorption (CCM), échangeuse d'ions, d'exclusion stérique), CPG et HPLC)
- ✓ Les techniques électrophorétiques.
- ✓ Et les techniques spectrophotométriques.

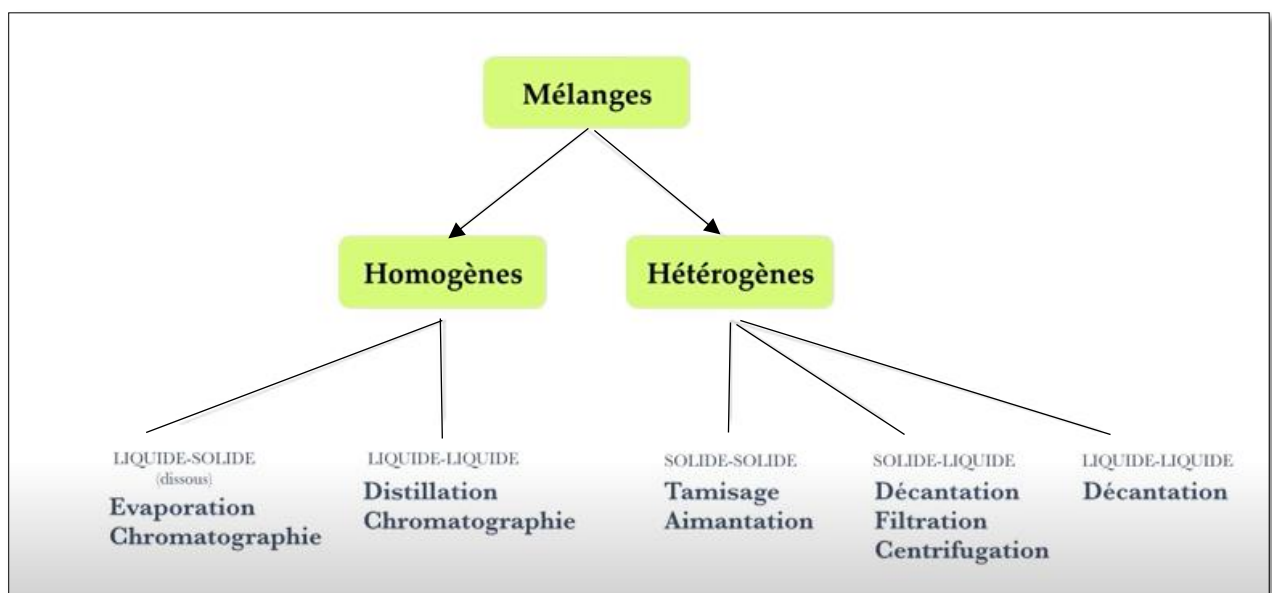


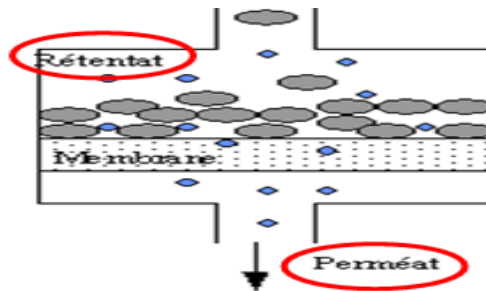
Figure 3. Méthodes de séparation des mélanges.

2.1.Filtration

La filtration est un procédé mécanique (technique séparative) permettant de séparer un solide d'un gaz ou d'un liquide en passant le mélange par un milieu poreux (milieux filtrant).

2.1.1. Principe de la filtration

La filtration permet de séparer les constituants d'un mélange lorsqu'un des constituants est sous la phase liquide et l'autre est sous la phase solide. Pour ce faire on utilise un filtre, ce filtre permet de retenir les particules solides qui sont plus grosses que les pores (trous) du filtre. Le liquide qui passe au travers du filtre est appelé **filtrat** (perméat) et le solide que l'on recueille dans le filtre est appelé **résidu** (aussi communément appelé "gâteau" ou retentât).



Deux phénomènes accompagnent souvent la filtration:

- **Le colmatage:** La pénétration des particules dans les interstices [petits espaces vides entre les parties du filtre] de la matière filtrante provoque le phénomène du colmatage. Ceci modifie la porosité et ralentie la filtration.
- **L'adsorption:** elle résulte de la charge électrique qui possède la matière filtrante. Ceci induit la rétention de certains produits par le filtre malgré que leurs dimensions permettent leur passage à travers les pores du filtre.

2.1.2. Matériel de filtration

Il regroupe principalement des filtres et des entonnoirs.

❖ Les filtres

Il existe deux types de filtre, les **filtres d'épaisseur** et les **filtres membranes**. L'utilisation de l'un de ces deux types dépend du but de l'expérience, de la qualité et la quantité du matériel à filtrer. Ils peuvent être utilisés séparément ou ensemble, selon les besoins. Les filtres doivent être inerte chimiquement et physiquement vis-à-vis du liquide à filtrer; insolubles et ne subissent aucun changement d'état physique (gonflement, rétrécissement, distorsion).

❖ Les entonnoirs

Ce sont des instruments en forme de cône, terminés par un tube et destinés à recevoir un matériel filtrant. Deux types d'entonnoirs sont distingués:

✚ **Les entonnoirs ordinaires:** peuvent être en verre, en porcelaine ou en plastique (Fig.4).



Figure 4. Entonnoir ordinaire.

- ✚ **Les entonnoirs perforés (Spéciaux):** Sont des entonnoirs en porcelaine ou en plastique dont le fond est troué à la manière d'un tamis sur lequel est disposé un papier filtre. Deux types d'entonnoirs se distinguent dans cette catégorie:
- ✓ Les entonnoirs de BUCHNER: Utilisés pour la filtration de quantités assez importantes de solide. Cet entonnoir a été inventé par l'industriel chimiste allemand Ernst Wilhelm Büchner (1850-1925) (Fig.5.a).
 - ✓ Les entonnoirs de HIRSCH: Utilisés pour la récupération de petites quantités de solide (Fig.5.b).



Figure 5. Entonnoirs de BUCHNER (a) et de HIRSCH (b).

2.1.3. Mécanismes de filtration

Si la matière en suspension est retenue à la surface du filtre, la filtration est dite **en surface**, en gâteau ou en support. Si les matières sont retenues dans l'épaisseur du filtre, elle est dite **en profondeur**, en volume ou sur lit filtrant.

➤ Filtration en surface (le criblage ou tamisage)

C'est un phénomène mécanique. Le filtre est une membrane perforée par des pores calibrés et de diamètres voisins. Le filtre retient toutes les particules dont le diamètre est supérieur au diamètre des pores. On parle de filtre-écran ou de filtre membrane.

-L'avantage de cette technique est qu'elle ne retient pas les liquides.

-Les inconvénients sont:

- Pores d'un diamètre de l'ordre du micromètre.

- Possibilité de colmatage du filtre.

➤ **Filtration en profondeur (l'adsorption)**

Ce mécanisme consiste à retenir à l'intérieur du réseau poreux du filtre des particules dont la taille peut être inférieure au diamètre des pores. C'est un phénomène physique, avec 2 facteurs principaux :

- Réseau poreux chargé électriquement
- Constitué par de longs et fins canalicules fortement contournés. Filtres constitués de cellulose, laine, coton.

L'avantage principal est la grande capacité de rétention. Les inconvénients sont:

- Possibilité de relâcher les particules (relargage ou désorption).
- Absorption de liquides.
- Difficulté de définir la porosité.

2.1.4. Les techniques de filtration : Il existe trois types de filtration :

- Filtration gravimétrique
- Filtration sous vide
- Filtration sous pression

a/ Filtration gravimétrique (filtration par gravité)

La filtration peut s'effectuer simplement par gravité en utilisant un entonnoir muni d'un papier filtre plissé et un erlenmeyer pour recueillir le liquide filtré (Fig.6). Cette technique permet donc d'obtenir un liquide homogène.

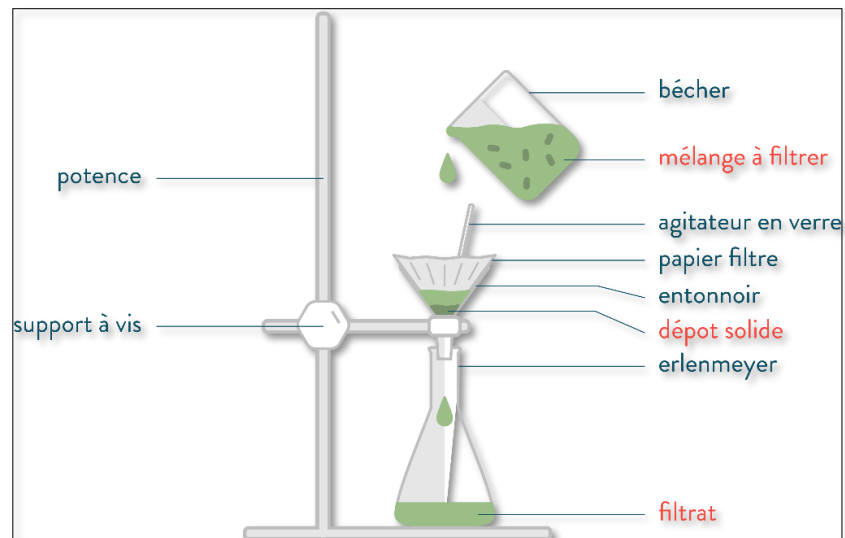


Figure 6. Montage de filtration par gravité.

❖ La filtration gravimétrique présente les inconvénients suivants:

- L'opération est lente.
- La séparation est incomplète: le solide retient une quantité non négligeable de liquide.
- Cette méthode ne permet pas une séparation optimale du solide et du liquide. Pour pallier ces inconvénients, une filtration sous vide est souvent utilisée.

b/ Filtration sous vide

Le montage de base de cette technique (Fig. 7) est constitué d'un entonnoir (Büchner) et d'une fiole à vide, cette dernière est branchée sur un système d'aspiration (trompe à eau ou pompe) qui permet d'obtenir un vide relatif (dépression) en aval du matériau filtrant, ceci augmente considérablement la vitesse de filtration. L'entonnoir est adapté sur la fiole par l'intermédiaire d'un cône en caoutchouc, qui collera à la fiole et l'entonnoir lorsque la dépression est établie.

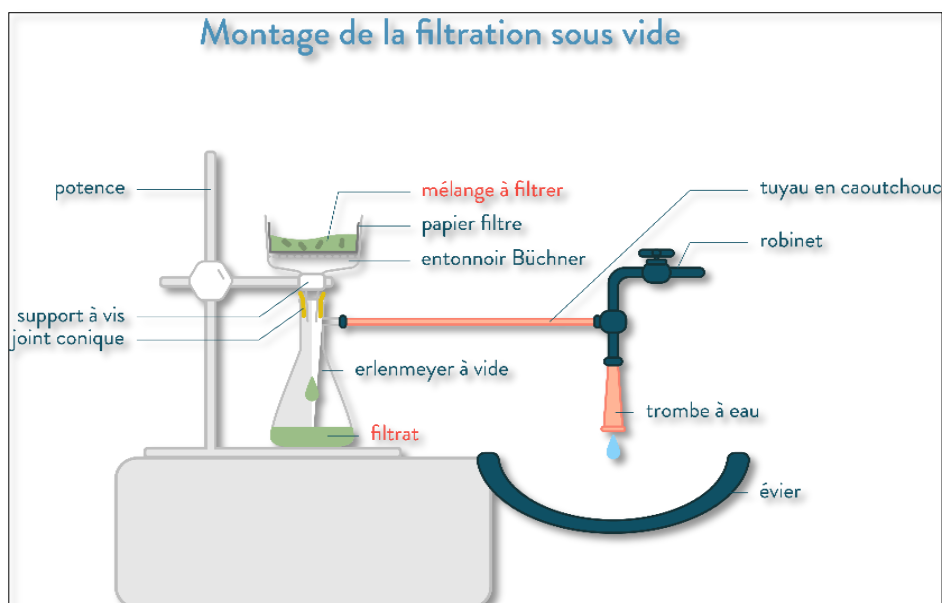


Figure 7. Schéma d'une filtration sous vide.

c/ Filtration sous pression

La vitesse de filtration est augmentée en exerçant une pression sur le liquide à filtrer en amont du matériel filtrant représenté par une membrane filtrante. La filtration sous pression évite le moussage et l'évaporation du solvant; elle est d'un emploi fréquent dans l'industrie. Ce système de filtration sous pression avec membranes filtrantes existe également sous forme de cartouches filtrantes (millipore) adaptable sur une seringue pratique pour la filtration des petits volumes de solution à filtrer (Fig. 8-a ;b-). Au laboratoire, la microfiltration stérilisante à l'aide du dispositif Swinnex Millipore (Fig.8-c-) est une filtration sous pression. Ce dispositif est constitué de deux pièces plastiques, que l'on visse l'une sur l'autre enserrant une membrane filtrante.



-a-



-b-



-c-

Figure 8. Filtration sous pression avec cartouche filtrante.

2.1.5. Applications

Les applications de la filtration courante résultent de la séparation d'un solide dispersé dans un liquide pour obtenir :

- Soit un liquide clarifié, débarrassé des particules solides ;
- Soit un solide essoré de l'excès de liquide ;

Les applications de l'ultrafiltration et de la microfiltration sont plus analytiques. Outre la clarification en général et les filtrations stériles, on peut citer également :

- Les analyses microbiologiques et tests de stérilité ;
- Les analyses gravimétriques ;
- Les isollements des cellules d'un liquide céphalo-rachidien ;
- Les analyses de poussière ;
- L'isolement de virus ;

Traitement des eaux (potable, purifiée, stérile, usée).