

## L'extraction

### 1. Introduction

L'extraction est une technique la plus utilisée en analyse qui consiste à séparer certains composés d'un organisme (animal ou végétal) sur la base de ces propriétés chimiques et/ou physiques selon diverses techniques.

Avant d'extraire, il faut préparer rigoureusement les échantillons qui est une étape fondamentale du processus analytique, le prétraitement des échantillons consiste soit à pré-concentrer des substances en teneur trop faible pour pouvoir être détectées directement, soit à les séparer d'une matrice excessivement complexe. Si les chercheurs consacrent près de 60% du temps requis pour réaliser une analyse globale à cette étape préliminaire, c'est parce que, selon plusieurs études, elle représente près de 30% des erreurs dans les résultats.

### 2. L'intérêt de l'extraction

Le but de l'extraction est d'isoler une ou plusieurs molécules à partir d'un organisme.

L'extraction est une opération ancienne utilisée pour retirer des plantes et de certains organes d'animaux, des produits alimentaires, pharmaceutiques ou odoriférants, sous formes de breuvages, drogues ou parfums. Les solvants utilisés dans ces procédés de séparation des produits végétaux sont généralement l'eau, les alcools, les solvants organiques et/ou chlorés, etc.

### 3. Principe

L'extraction c'est le transfert d'un soluté contenu dans une phase liquide ou solide vers une phase liquide non miscible en premier lieu.

L'opération d'extraction se déroule en deux parties:

- ❖ une première partie de transfert du composé à extraire entre le mélange initial et le moyen d'extraction.
- ❖ une deuxième partie de séparation du moyen d'extraction du mélange principal.

Il existe plusieurs méthodes d'extraction:

- Extraction solide – liquide (Sol – Liq).
- Extraction liquide – liquide (Liq – Liq).

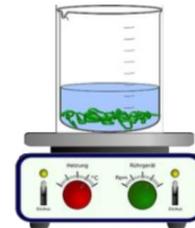
### 4. Extraction solide-liquide

L'extraction solide-liquide appelée aussi l'extraction par solvant est l'une des opérations unitaires les plus anciennes. Cette technique consiste à extraire une espèce chimique se trouvant dans un solide pour la transférer dans un solvant choisi judicieusement. Ce type d'extraction se réalise à l'aide d'un montage chauffage à reflux. Le principe de la technique consiste que le soluté doit être plus soluble dans le solvant d'extraction que la phase d'origine

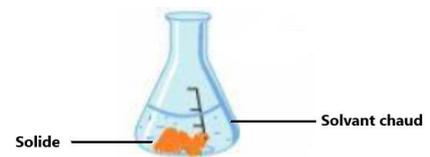
mais parfois cette méthode pose un problème particulier car parfois un solide ne se laissera pas traverser par un liquide. Il est donc nécessaire de réaliser un grand nombre d'extractions successives.

- Il existe différents types d'extraction solide-liquide:

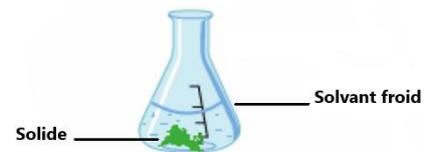
- **La décoction:** est l'opération dans laquelle le solide est plongé dans le solvant liquide mis en ébullition. Il s'agit d'une opération brutale qui doit être réservée à l'extraction de principes actifs non thermolabiles. Elle est cependant très rapide et parfois indispensable.



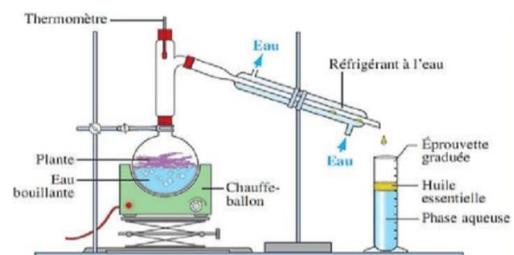
- **L'infusion:** est une décoction durant laquelle le solvant est chauffé sans être mis en ébullition, suivie du refroidissement du mélange. La préparation du thé est l'exemple type de cette opération.



- **La macération:** est une infusion dans un solvant à froid. L'opération bien que généralement longue et à rendement souvent médiocre, est la seule méthode utilisable dans le cas de l'extraction d'un ensemble de molécules fragiles. La macération peut être opérée dans un récipient couvert, le tout à l'abri de la lumière et dans certains cas, maintenue dans un réfrigérateur.



- **L'hydro-distillation:** Elle consiste à porter à ébullition un liquide dont les vapeurs vont entraîner des substances volatiles qui ne sont pas solubles dans ce liquide. On parle de l'hydro-distillation lorsque le liquide entraîneur est l'eau. Cette méthode est la plus utilisée pour extraire des huiles essentielles des fleurs, de la lavande, par exemple.

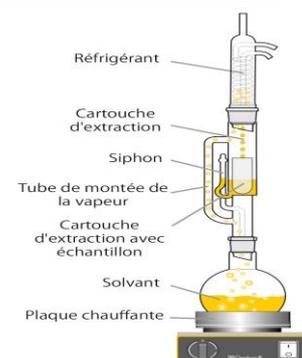


Elle montre ses limites lorsque les molécules à extraire sont fragiles et ne résisteront pas au chauffage.

- **Extraction par soxhlet:**

L'extracteur de Soxhlet est une pièce de verrerie permettant d'effectuer une extraction solide-liquide avec une grande efficacité.

Les avantages du Soxhlet sont les suivants: l'échantillon entre rapidement en contact avec une portion fraîche de solvant, ce



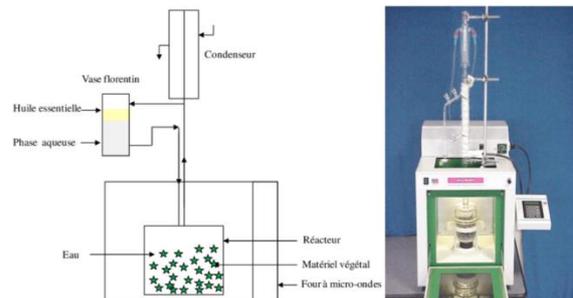
qui aide à déplacer l'équilibre de transfert vers le solvant. Cette méthode ne nécessite pas de filtration après extraction. Le Soxhlet est indépendant de la matrice végétale. Et les inconvénients de cette méthode sont:

- L'extraction à chaud peut déranger certaines substances chimiques, telles que les vitamines sensibles à la chaleur.
- La taille de la cartouche est limitée à environ 100 millilitres, ce qui prend beaucoup de temps pour réaliser une quantité importante d'extrait, par exemple pour une étude clinique.

- **Extraction par micro-onde:** le mélange s'échauffe très rapidement et permet d'augmenter la pénétration du solvant dans la matrice.

Parmi les inconvénients de cette méthode, la température (100-150°C) pose des problèmes lorsque on extrait des molécules susceptible (antioxydants).

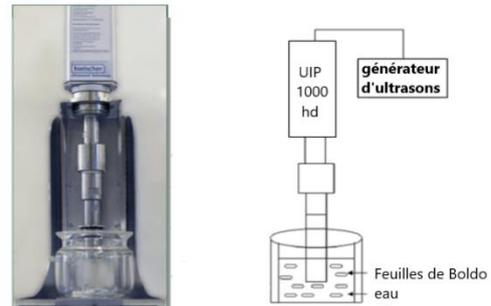
Le rendement faible lorsque les solutés ou les solvants sont polaires.



- **Extraction par ultrasons:** Les ondes ultrasonores produisent des microbulles dans le solvant, qui implosent ensuite, générant des ondes de choc et des turbulences. Ces forces mécaniques aident à briser les cellules et les tissus, libérant les composés qu'ils contiennent.

L'extraction par ultrasons présente de nombreux avantages par rapport aux autres techniques d'extraction, notamment :

- Elle est plus rapide que les méthodes traditionnelles, telles que l'extraction Soxhlet ou l'extraction liquide-liquide manuelle.
- Elle est plus efficace, car elle permet d'extraire une plus grande quantité de composés.
- Elle est plus douce, car elle ne nécessite pas de chauffage ou de solvants agressifs.



- **Par eau supercritique:** est une technique d'extraction qui utilise l'eau sous pression et température élevées pour dissoudre des composés d'une matrice solide ou liquide. L'eau supercritique est un état de l'eau qui se trouve au-dessus du point critique de l'eau, soit 374 °C et 221 bar. À ces conditions, l'eau a les propriétés d'un



liquide et d'un gaz, ce qui en fait un solvant idéal pour l'extraction. Cette technique est plus efficace que les méthodes traditionnelles, car elle permet d'extraire une plus grande quantité de composés. Elle est plus douce et plus respectueuse de l'environnement, car elle n'utilise pas de solvants organiques.

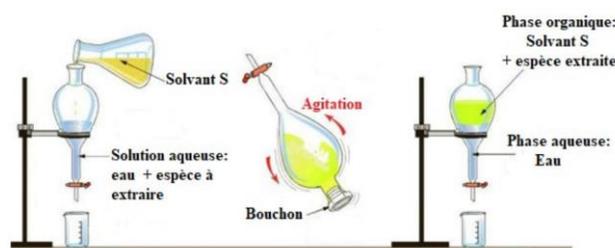
### 5. Extraction liquide-liquide

L'extraction liquide-liquide est un procédé qui permet la séparation de un ou plusieurs constituants d'un mélange en mettant à profit leur distribution inégale entre deux liquides pratiquement non miscibles. Les deux liquides sont mis en contact avec le mélange, et les composants qui sont plus solubles dans un liquide que dans l'autre sont transférés de la phase initiale à la phase liquide. Les méthodes d'extraction se basent essentiellement sur le suivi d'équilibre, et donc le transfert de masse ne peut être ignoré.

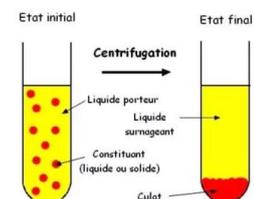
Cette technique est utilisée pour extraire une grande variété de composés, notamment des huiles essentielles, des pigments, des vitamines, des médicaments et des composés bioactifs. Elle est efficace et peu coûteuse, elle a fait l'objet de plusieurs études et améliorations portant sur la récupération et la purification de molécules chimiques ou de biomolécules.

Il existe de nombreuses méthodes différentes d'extraction liquide-liquide, notamment:

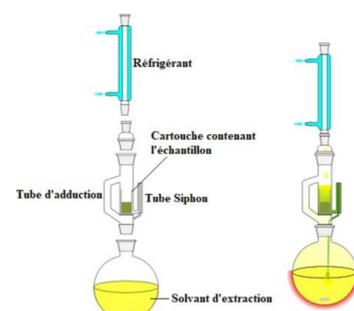
- **Extraction simple:** cette méthode consiste à agiter simplement le mélange avec les deux liquides.
- **Extraction par décantation:** cette méthode consiste à laisser le mélange reposer et à séparer les deux phases liquides par décantation.



- **Extraction par centrifugation:** cette méthode consiste à centrifuger le mélange pour séparer les deux phases liquides.



- **Extraction par Soxhlet:** cette méthode consiste à réchauffer le mélange et à faire circuler le solvant d'extraction.



## 6. Le coefficient de partage K

La solubilité d'un corps pur dans un solvant est fonction de sa polarité. Deux composés de polarité proche sont solubles entre eux, alors qu'un composé non polaire est insoluble dans un solvant polaire (et vice versa). Lors de la mise en présence d'un composé et de deux liquides non miscibles, il s'établit un équilibre caractérisé par **le rapport des concentrations du soluté dans chacune des deux phases**. Cet équilibre est fixe pour des conditions thermodynamiques fixes.

Soit un produit A qu'on veut extraire d'une phase aqueuse: 
$$K = \frac{C_{org}}{C_{eau}}$$

On peut modifier le coefficient de partage du produit en ajoutant un peu de saumure (solution aqueuse saturée en NaCl) dans la phase aqueuse. On appelle ce phénomène le relargage (« salting-out »).

Le relargage est une technique qui consiste à augmenter la solubilité d'une substance dans un solvant donné. Cela permet de faciliter l'extraction de cette substance d'un mélange. Il est réalisé en ajoutant une substance au solvant d'extraction qui augmente la solubilité de la substance à extraire. Cette substance est appelée agent de relargage.

L'agent de relargage est généralement un sel inorganique, tel que le chlorure de sodium ou le sulfate de sodium. Ces sels sont solubles dans l'eau et dans de nombreux solvants organiques. Le relargage est une technique simple et efficace qui peut être utilisée pour améliorer le rendement et l'efficacité de l'extraction.

## 7. Avantages et inconvénients

Le choix de la méthode d'extraction solide-liquide ou liquide-liquide appropriée dépend de plusieurs facteurs, notamment la nature du solide à extraire, la quantité de composé à extraire et la pureté du composé souhaité.

Cette méthode présente de nombreux avantages, notamment:

- Elle est une technique efficace qui permet d'extraire une grande quantité de composés.
- Elle est une technique versatile qui peut être utilisée pour extraire une grande variété de composés.
- Elle est une technique relativement simple à mettre en œuvre.

Aussi elle présente également quelques inconvénients, notamment:

- Elle peut être une technique fastidieuse et longue, en particulier pour les grandes quantités.
- Elle peut nécessiter des solvants agressifs, qui peuvent être dangereux ou polluants.

## 8. Exemples d'applications

L'extraction est utilisée dans de nombreux domaines, notamment l'industrie alimentaire, la chimie, la pharmacie et la biotechnologie.

Voici quelques exemples d'applications de l'extraction :

- **L'industrie alimentaire:** l'extraction est utilisée pour extraire des huiles essentielles, des pigments, des vitamines et des composés bioactifs des aliments. Par exemple, l'extraction est utilisée pour extraire les huiles essentielles de la lavande, de la menthe poivrée et de l'orange. Ces huiles essentielles sont utilisées dans les parfums, les cosmétiques et les produits alimentaires. L'extraction est également utilisée pour extraire les pigments de la carotte, de la tomate et de la pomme. Ces pigments sont utilisés dans les aliments pour leur couleur et leur saveur. L'extraction est également utilisée pour extraire les vitamines des fruits, des légumes et des céréales. Ces vitamines sont essentielles à la santé humaine.
- **La chimie:** l'extraction est utilisée pour extraire des composés organiques des mélanges. Par exemple, l'extraction est utilisée pour extraire les composés aromatiques du pétrole. Ces composés sont utilisés dans la fabrication de parfums, de cosmétiques et de produits chimiques. L'extraction est également utilisée pour extraire des composés pharmaceutiques des plantes médicinales. Ces composés sont utilisés dans la fabrication de médicaments.
- **La pharmacie:** l'extraction est utilisée pour extraire les principes actifs des plantes médicinales. Ces principes actifs sont utilisés dans la fabrication de médicaments. Par exemple, l'extraction est utilisée pour extraire la caféine des grains de café. La caféine est un stimulant qui est utilisé dans les boissons gazeuses et les boissons énergisantes. L'extraction est également utilisée pour extraire la morphine de l'opium. La morphine est un analgésique qui est utilisé dans les médicaments contre la douleur.
- **La biotechnologie:** l'extraction est utilisée pour extraire des biomolécules, telles que les protéines, les ADN et les ARN. Ces biomolécules sont utilisées dans la recherche et le développement de nouveaux médicaments et traitements. Par exemple, l'extraction est utilisée pour extraire l'insuline du pancréas des animaux. L'insuline est une hormone qui est utilisée pour traiter le diabète. L'extraction est également utilisée pour extraire l'ADN des cellules humaines. L'ADN est utilisé pour diagnostiquer les maladies et pour développer de nouveaux traitements.

L'extraction est une technique polyvalente qui est utilisée dans de nombreux domaines. Elle est efficace pour séparer une grande variété de substances et elle peut être adaptée à une grande variété d'applications.