

LA FILTRATION

O.BENAZIZ

DEFINITION

- La filtration consiste à retenir à l'aide d'un réseau poreux, d'une substance filtrante ou d'un filtre, des particules solides en suspension dans un liquide ou un gaz.
- C'est un moyen de séparer un solide d'un fluide liquide (appelé FILTRAT) ou gazeux.
- Un filtre se compose d'un milieu filtrant poreux et d'un support ou carter qui avec l'ensemble de l'appareillage annexe, permet la réalisation de la filtration.

Méthodes de filtration

Selon la taille des particules, on distingue

- La filtration clarifiante : permet d'arrêter des contaminants de 10 à 450 μ m.

La microfiltration :

- Permet d'arrêter des contaminants de $0,01 \mu\text{m}$ à $10\mu\text{m}$.
- Procédé le plus utilisé dans l'industrie pharmaceutique.
- Elle consiste à faire passer un mélange solide-liquide à travers un milieu poreux qui retient les particules de taille supérieure à la taille des pores en surface, ou les pièges en profondeur.
- L'efficacité de rétention dépend de la géométrie et de la morphologie du milieu filtrant.

L'ultra filtration :

- Elle permet d'arrêter des contaminations de 0.001 μm à 0.01 μm (10à100 A°)

L'osmose inverse :

- Permettant d'arrêter des contaminants de 0,0001 μm à 0,001 μm (1 \AA à 10 \AA)

INTERET

La filtration permet de purifier les solutions en éliminant toutes les particules solides.

Elle est également utilisée pour retenir toutes les particules en suspension dans l'air.

La rétention des particules résulte de deux mécanismes, le plus souvent associés :

– Le criblage :

- C'est un phénomène mécanique, qui consiste à retenir, sur le réseau poreux, les particules dont la taille est supérieure à celle des pores filtrants.

– **L'adsorption :**

- C'est un phénomène physique, qui consiste à retenir, à l'intérieur des canaux du réseau poreux, des particules solides, de taille inférieure au diamètre des pores.
- Cette rétention entraîne des actions électrostatiques, c'est-à-dire, lors de la filtration, les particules solides qui se sont engagées dans les canalicules du réseau, vont provoquer une orientation des ions de la solution à l'interface du solide adsorbé, et du liquide qui s'écoule.

- Cette orientation entraîne la formation d'une charge continue, responsable d'un effet de répulsion, sur les molécules de la phase liquide, ce qui facilite l'écoulement.
- En effet, la phase liquide, les ions négatifs de la solution sont repoussés par les particules négatives déjà plaquées sur les parois des canalicules. Les ions positifs de la solution sont repoussés par les charges positives de même signe de la paroi.

METHODES DE FILTRATION

En pharmacie galénique on distingue :

- **La filtration clarifiante** : qui retient les particules visibles et conduit à des liquides totalement limpides.
- **La filtration stérilisante** : qui retient et arrête les très fines particules en particulier les micro-organismes.

LES CONTAMINANTS

Les différents types de contaminants retenues par le filtre sont des insolubles soit particulaires, soit microbiens :

Sable, Matières minérales, Levures, Matières organiques, Bactéries, Matières végétales, Virus

MECANISMES DE FILTRATION

- Le but de la filtration est d'arrêter les contaminants d'une taille donnée, d'une façon constante et définitive dans les conditions d'utilisation des filtres.

- **La rétention mécanique :**

Permet la rétention des contaminants de taille supérieure à la taille des pores. Les particules fibreuses petites ou déformables ne sont pas retenues. La rétention mécanique peut dépendre de la variation de pression et du débit si la structure du filtre est instable.

- **L'adsorption :**

Les contaminants de taille inférieure à la taille des pores peuvent être retenues par des forces d'adsorption (forces de Vander Waals, forces électrocinétiques et électrostatiques). Les contaminants portent une charge électrique de signe opposée à la paroi du filtre qui les absorbe.

- **L'effet d'Inertie :**

Les particules qui quittent le flux du fluide du fait de leur masse et de leur vitesse sont retenues dans les recoins de la substance poreuse, c'est à dire en profondeur.

CARACTERISTIQUES D'UN FILTRE

- la porosité :

La porosité est le rapport entre le volume total des vides et le volume apparent du réseau.

Dans le cas d'un filtre elle est définie par le diamètre moyen des pores.

- Le débit :

Donnée par la loi de Poiseuille.

Déterminé en mesurant le temps que nécessite un volume défini de liquide pour traverser un filtre.

PERFORMANCE D'UN FILTRE

- L'efficacité d'un filtre est définie par son **pouvoir de séparation.**
- En effet, lorsque la structure d'un filtre est stable, les particules sont retenues de façon définitive.

Substances filtrantes

- En fonction de la substance filtrante utilisée, on obtient :
 - Filtres rigides;
 - Et les filtres non rigides.

Fibres de cellulose (filtres non rigides) :

- Ce sont les plus utilisées.
- Les fibres de cellulose peuvent par enchevêtrement former un feutrage plus en moins serrés de présentation diverses :
- Fibre de coton, tissu de coton
- Plaque et disque de papier filtrant de différentes formes et épaisseurs , ces filtres sont stérilisables par la vapeur d'eau .

- Ces filtres peuvent être utilisés à l'état sec ou imprégnés d'eau :
 - A sec pour la filtration clarifiante des liquides polaires et apolaires ;
 - A l'état humide : les fibres fixent l'eau, gonflent et s'opposent au passage des liquides apolaires. Donc après humidification ces filtres ne permettent que la filtration des solvants polaires. Exemple : filtration de globules d'huile ou d'essence en suspension dans l'eau par filtration sur papier filtre humide.

Substances absorbantes agglomérées :

- Auparavant, le matériau absorbant le plus employé en pharmacie était l'amiante ou asbeste (silicate de magnésium qui existe à l'état naturel sous forme de fibres). Lorsqu'il est associé aux fibres de cellulose, on a formation de plaques de filtration très efficaces destinées, selon la porosité du réseau, à la filtration clarifiante ou à la filtration stérilisante.

- Néanmoins, ces fibres présentent des inconvénients. Ces fibres :
 - Sont cancérigènes ;
 - Ont une charge électrique négative, elles peuvent donc retenir des cations de la solution à filtrer ;
 - Ne sont pas inertes chimiquement : elles peuvent céder au filtrat des ions alcalins et des traces de fer néfastes pour certains principes actifs ;
 - Cèdent des fibres, dans le cas des solutions injectables, il faudra placer en aval, un autre filtre en verre fritté ou en ester de cellulose.

- Pour remplacer ces filtres, on a eu recours à l'utilisation d'associations de fibres de cellulose et fibres de verre qui forment des réseaux très cohérents.
- Ces filtres se présentent en plaques ou en cartouches.

Fibres de matières plastiques :(ne sont pas stérilisables)

- Elles sont peu utilisées.
- Elles sont très résistantes, faciles à confectionner.
- Les matières plastiques filables et tissables sont utilisées pour la confection des filtres : polyamides, polyméthanés, polyesters...
- Les tissus obtenus sont très résistants et cèdent peu de fibres.

Membranes organiques :

- Ce sont des membranes d'esters de cellulose très utilisées dans la filtration du fait que ces filtres offrent des pores de diamètre très bien défini jusqu'au $1/100^{\text{ème}}$ du μm .
- Ils peuvent être stérilisés dans l'autoclave par la chaleur humide à 120°C .

Le verre fritté (filtre rigide) :

- le verre fritté est très utilisé dans la filtration du fait de son inertie chimique.
- Il est composé d'un réseau rigide poreux de charge électrique négative, constitué par soudure entre elles de particules de verre dont le calibre conditionne la porosité.

Bougie type CHAMBERLAND :

- Elle est produite par calcination d'une suspension de kaolin dans l'eau, en présence de matières organiques volatiles.
- Elle se présente sous forme d'une matière poreuse.
- Le degré de porosité varie selon conditions de la calcination. Il est de l'ordre de quelques microns.
- Très résistante à la chaleur, elle peut être stérilisée par la chaleur sèche ou humide.

Filtres BERKFELD et MANDIER :

- Il s'agit d'une masse poreuse de silice constituant un réseau chargé négativement très adsorbant.
- employés aussi bien pour:
 - La filtration clarifiante;
 - Et la filtration stérilisante.

Adjuvants de la filtration

- Les filtres qu'ils soient rigides ou non peuvent être surmontés d'une couche poreuse de poudre qui permet:
 - De faciliter le dépôt des impuretés,
 - D'éviter le colmatage des filtres,
 - Et retient par adsorption des impuretés diverses,

- On peut citer comme exemple quelques substances qui sont utilisées:
 - Poudre de charbon,
 - Le kaolin ,
 - Fibres de verre ,
 - Silicate d'aluminium,...

L'inconvénient majeur est leur capacité de retenir une partie importante de principes dissous et ce du fait de leur pouvoir adsorbant très important.

Contrôle de la filtration

1. Avant la filtration

- On doit vérifier avant de procéder à une filtration on doit d'abord vérifier:
 - Le point de bulle: permet de mesurer le diamètre des pores ,et ce en déterminant la taille des particules les plus grosses pouvant passer à travers le réseau filtrant ce qui donnera une indication sur le débit.
 - Essai de diffusion : Permet de détecter les points faibles des filtres ainsi que les défauts de montages.

2. Pendant la filtration

- On doit mesurer:
 - Le débit de filtration,
 - La pression en amont et en aval du filtre. Une variation importante de la pression signifie qu'il y a eu altération du filtra.

3. Après la filtration

- On doit vérifier à la fin de l'opération de filtration:
 - le point de bulle,
 - L'absence de particules en suspension par
 - un examen optique;
 - Un microscope;
 - Un compteur de particules
 - non adsorption du principe actif par le filtre (par dosage du principe actif) dans la solution.
 - Recherche d'éventuelles impuretés apportées par le filtre lui-même.

Références bibliographiques

- R. Denine, Cours de pharmacie galénique, Office des Publications Universitaires.2008
- Y. Rossetto, Pharmacotechnie Industrielle ϕ 41, I.M.T, 1998
- A. Le HIR, J-C. CHAUMEIL, and D.BROSSARD, Pharmacie Galénique. 2009, EDITION MASSON
- P. WHERLÉ, Pharmacie galénique. 2007, EDITION MALOINE