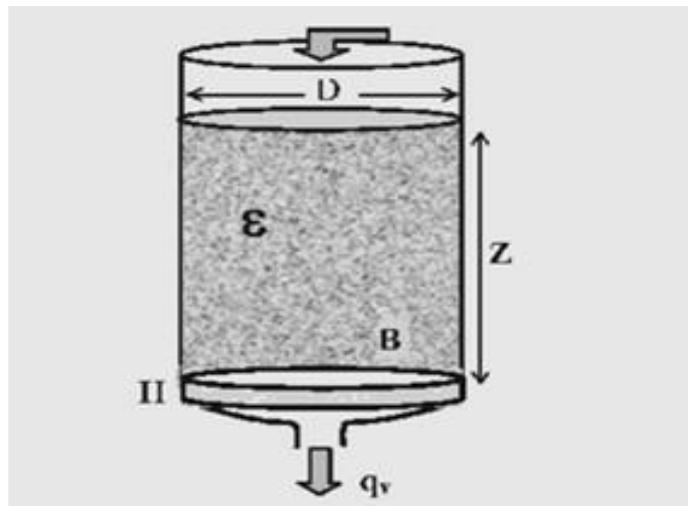


## FILTRATION

### Exercice N° 1 :

Un élément filtrant est constitué d'un cylindre en céramique poreuse de diamètre  $D = 10 \text{ cm}$  et de hauteur  $H = 0,5 \text{ cm}$ . La perméabilité de ce matériau est  $K = 2 \times 10^{-2} \text{ Darcy}$ . Ce matériau constitue le fond d'un filtre de type « Buchner », ainsi que le représente la figure ci-dessous



1°) A la fin d'une filtration au cours de laquelle un gâteau d'épaisseur  $Z = 15 \text{ cm}$  s'est constitué, on veut calculer la **résistance** de l'ensemble (**Filtre + Gâteau**). Le liquide de la suspension est caractérisé par une masse volumique  $\rho_L = 1100 \text{ kg/m}^3$  et une viscosité égale à celle de l'eau. Après étuvage du gâteau, la masse de solide obtenue est  $m = 1,445 \text{ kg}$ . **Déduire** de ces résultats la valeur de **la porosité du gâteau** si la masse volumique du solide sec est de  $1980 \text{ kg/m}^3$ .

2°) Le gâteau est composé de particules supposées sphériques, de surface spécifique  $S_{sp} = 0,8 \times 10^5 \text{ m}^{-1}$ . **Quel est le diamètre des particules ? En déduire la perméabilité** du gâteau ainsi que sa **résistance** à l'écoulement, selon le modèle de **Kozeny-Carman** (on prendra  $h_K = 4,5$ ).

3°) **Calculer la résistance globale** (au sens de Darcy) de l'ensemble (Filtre + Gâteau). **Quel est le principal élément limitant** l'écoulement (le filtre ou le gâteau) ?

**Université des Sciences et de la Technologie d'Oran (M-B)**  
**Faculté des Sciences, Département de Génie Chimique**  
**Master I, Génie Pharmaceutique, 2022-2023**  
**Fiche de TD N° II, Opérations Unitaires Fluide-Solide**

**4°)** Pour laver le gâteau, on fait s'écouler un volume  $V = 20 \text{ L}$  d'eau pure à  $20 \text{ °C}$ . **Combien de temps** cela prendra-t-il si on maintient une différence de pression entre l'amont et l'aval égale à **5 bars** pour effectuer ce lavage ?

**5°)** Vérifier que le modèle de **Kozeny-Carman** s'applique effectivement au calcul du temps de lavage. La tortuosité sera prise égale à **1,5**.

**Exercice N° 2 :**

Après son obtention par précipitation au cours de l'opération de cristallisation, on souhaite filtrer une suspension d'eau et d'acide acétylsalicylique (**AAS**) à température ambiante. Avant de dimensionner le filtre, on étudie les caractéristiques du gâteau sur un filtre de laboratoire constitué d'un cylindre en acier inoxydable de **7 cm** de diamètre et de **25 cm** de hauteur. L'appareil permet d'utiliser différents supports de filtration circulaires.

**1°)** On place à l'étuve un gâteau de **AAS** saturé en jus-mère pesant **59,3 g**. Après séchage, la masse résiduelle est de **36,7 g**. La masse volumique de **AAS** est de **1400 kg/m<sup>3</sup>**, et on assimile les propriétés du jus-mère à celles de l'eau. **Calculer la porosité du gâteau.**

**2°)** On place **351 g** de gâteau saturé dans le cylindre de filtration. La hauteur de gâteau mesuré est alors  **$Z_m = 7,3 \text{ cm}$** . Cette observation est-elle-en accord avec le calcul précédent de la porosité ?

**3°)** Calculer la taille des particules supposées sphériques en utilisant le modèle de **Kozeny-Carman**. **Quelle est la vitesse théorique** d'écoulement dans les pores du lit lorsque le débit est de **50 L/h** ? (on prendra  $K = 7,51 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ )

**Exercice N° 3 :**

On souhaite filtrer une suspension aqueuse de viscosité  $1,19 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$  et de masse volumique  $\rho_l = 1000 \text{ kg/m}^3$ , contenant **4,5 %** de particules solides de masse volumique  $\rho_s = 2200 \text{ kg/m}^3$ . Pour cela, on utilise un filtre presse composé de **20 cadres** de surface  $S_c = 0,9 \text{ m}^2$  et produisant un gâteau dont l'épaisseur maximale est de **5**

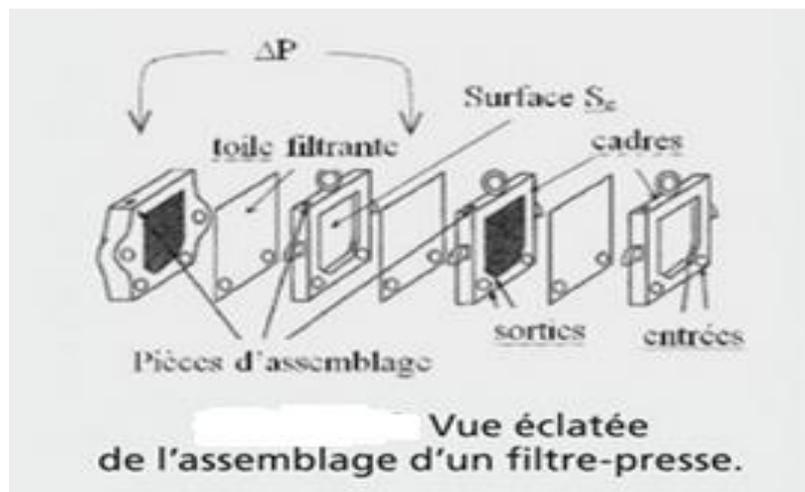
**Université des Sciences et de la Technologie d'Oran (M-B)**  
**Faculté des Sciences, Département de Génie Chimique**  
**Master I, Génie Pharmaceutique, 2022-2023**  
**Fiche de TD N° II, Opérations Unitaires Fluide-Solide**

cm. La résistance spécifique du gâteau a été évaluée à  $\alpha = 1,59 \times 10^{11} \text{ m/kg}$  et l'on estime que cette valeur est suffisamment importante pour que la résistance du support filtrant soit négligeable.

La porosité du gâteau est  $\varepsilon = 0,45$ . La surpression appliquée sera de **2,5 bars**.

1°) Calculer la quantité maximale de solide traité à chaque opération

2°) Déterminer le volume de filtrat et la durée maximale correspondante. On supposera que la production maximale correspond au remplissage des cadres.



**Exercice N° 4 : Travail personnel**

Sur un filtre de laboratoire de **0,1 m<sup>2</sup>** de surface filtrante, alimenté sous une pression constante de **0,8 bar**, on a filtré une suspension aqueuse à 20 °C, contenant **8 g de solide par kg** de suspension ( $\rho_s = 1540 \text{ kg/m}^3$ ) ; les résultats du tableau ci-dessous ont été obtenus.

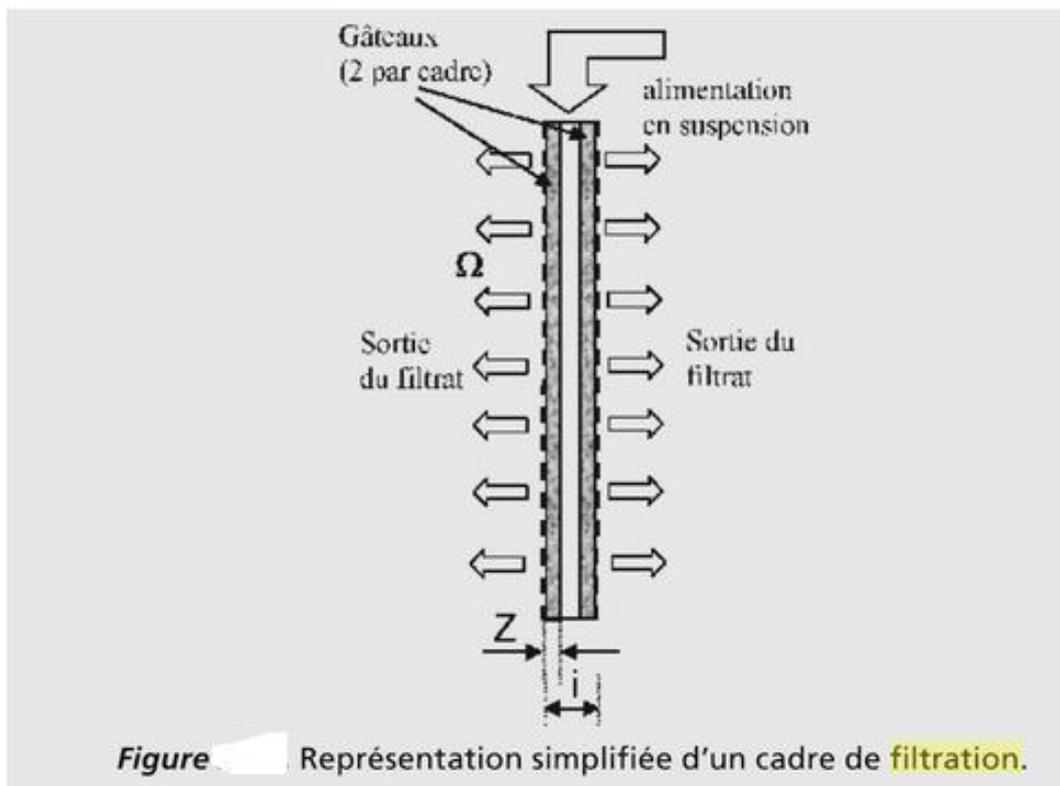
**Tableau** Données expérimentales d'une **filtration** de laboratoire.

V (L)	10	15	20	30	40	60	80
t (s)	11,5	20	31	60,5	100	206,5	349,5

1°) Calculer le rapport d'humidité du gâteau et le rapport Masse/Volume de la filtration, sachant que la porosité du gâteau est évaluée à 0,55. Pourquoi la valeur du rapport C est-elle faible ?

2°) Utiliser les résultats expérimentaux pour calculer la résistance spécifique du gâteau ainsi que la résistance du support de filtration. La viscosité est prise égale à celle de l'eau.

3°) L'appareil industriel sur lequel cette filtration doit être effectuée est constitué de 6 cadres rectangulaires offrant deux surfaces filtrantes de 0,64 m<sup>2</sup> chacune. La géométrie des cadres est schématiquement représentée sur la figure ci-après.



Sur les faces internes des cadres se déposent les gâteaux. La résistance des toiles des cadres est égale à celle du support de l'installation pilote. La pression appliquée sera de 0,7 bar. L'espace entre deux cadres est  $i = 5 \text{ cm}$  (voir la figure ci-dessus). Calculer la quantité maximale de suspension qui peut être traitée par l'appareil, sachant que l'on se donne une marge sur le

**Université des Sciences et de la Technologie d'Oran (M-B)**  
**Faculté des Sciences, Département de Génie Chimique**  
**Master I, Génie Pharmaceutique, 2022-2023**  
**Fiche de TD N° II, Opérations Unitaires Fluide-Solide**

remplissage des gâteaux : l'opération s'arrête lorsque la couche non remplie entre les deux gâteaux contenus dans un cadre atteint **0,5 cm** d'épaisseur.

**Quel est le volume total de gâteau contenu dans les cadres, avant séchage ?**

**4°) Calculer le volume de filtrat** obtenu en fin de filtration. **Quelle masse de solide sec** a-t-on alors retenu dans les cadres ? **Calculer la durée d'une opération de filtration.**

**5°)** Avant débâtissage des cadres, on lave le gâteau par déplacement (élution) en alimentant l'appareil par un volume d'eau pure à **15 fois** le volume de jus-mère retenu par le gâteau. Le lavage a lieu sous une différence de pression constante égale à **0,3 bar**. **Calculer la durée du lavage.**