

## Table des matières

\*\*Avant-propos ...

\*\*Symboles

Abréviations\*\*

## Chapitre 1 – Quelques notions importantes concernant les transferts, bilans et équilibres

### 1. Transferts par conduction

#### 1.1. Transferts de chaleur : loi de Fourier

1.1.1. Établissement du régime stationnaire dans une plaque infinie

1.1.2. Transfert de chaleur dans une plaque infinie en régime stationnaire

1.1.3. Transfert de chaleur dans une plaque composite en régime stationnaire

1.1.4. Transfert de chaleur dans un tube en régime stationnaire

1.1.5. Transfert de chaleur en régime non stationnaire

#### 1.2. Transferts de matière : loi de Fick

1.2.1. Établissement du régime stationnaire : transfert de matière dans une plaque infinie en régime transitoire

1.2.2. Transfert de matière dans une plaque infinie en régime stationnaire

#### 1.3. Transferts de quantité de mouvement

1.3.1. *Loi de Newton*

1.3.2. Application au calcul des écoulements dans les conduites en régime laminaire

1.3.2.1. Écoulement dans un canal plein à section rectangulaire

1.3.2.2. Écoulement dans une conduite cylindrique : loi de Poiseuille

### 2. Transferts en mode convectif

2.1. Introduction à la similitude géométrique et physique : l'expérience de Reynolds

2.2. Intérêt de la similitude

2.3. Similitude totale

2.4. Similitude partielle

2.4.1. Invariants de similitude dans le domaine de la dynamique

2.4.2. Invariants de similitude et transferts de chaleur

2.4.3. Invariants de similitude et transferts de matière

2.5. Analyse dimensionnelle

2.5.1. Théorème  $\pi$

2.5.2. Déplacement d'une sphère dans un fluide sous l'action d'une force

2.5.3. Perte de charge dans une conduite cylindrique ou rectangulaire

2.5.4. Détermination des coefficients de transfert de chaleur

3. Exercices

3.1. Parois d'échange de chaleur

3.2. Viscosimétrie

3.3. Chauffage de lait par tube à passage de courant (TPC)

3.4. Ongélation de produits laitiers

Chapitre 2 – Traitements thermiques

1. Cinétiques de destruction microbienne et d'inactivation enzymatique
2. 1.1. Cinétique de destruction microbienne à température constante
3. 1.2. Influence de la température sur la cinétique de destruction microbienne
4. 1.3. Cinétique d'altération des constituants à température constante
5. 1.4. Traitements thermiques à température variable

2. Mise en œuvre des traitements thermiques

2.1. Objectifs

2.1.1. Pasteurisation

2.1.2. Stérilisation

2.2. Traitement en vrac

2.2.1. Système discontinu

2.2.2. Système continu

2.2.2.1. Dimensionnement d'un échangeur de chaleur à contre-courant

2.2.2.2. Nombre d'unités de transfert

2.2.2.3. Cas particulier des zones de récupération

2.2.2.4. Dimensionnement d'un échangeur de chaleur à co-courant

2.3. Traitement après conditionnement

### 3. Exercices

3.1. Pasteurisation de lait écrémé

3.2. Stérilisation de lait de consommation

### ### Chapitre 3 – Décantation et filtration

1. Décantation

2. 1.1. Loi de Stokes

1.2. Décantation sous l'action de la *pesanteur*

1.2.1. Séparation de particules en milieu liquide en décanteur horizontal

1.2.2. Cas du décanteur oblique

1.2.3. Séparation de liquides non miscibles

1.3. Décantation centrifuge

1.3.1. Écrémage du lait

1.3.2. Cyclones

### 2. Filtration tangentielle

2.1. Lois de transfert de solvant

2.1.1. Loi de Darcy

2.1.2. Modèle du film

2.2. Lois de transfert de solutés – Sélectivité

2.2.1. Exclusion stérique – Loi de Ferry

2.2.2. Exclusion ionique

2.3. Influence des paramètres de filtration

2.4. Dimensionnement des installations

2.4.1. Calcul des surfaces de filtration

2.4.2. Puissance installée (

2.4.2.1. Module tubulaire (rayon R, longueur L)

2.4.2.2. Module à plaques ou spirales (distance entre plaques  $2e$ , longueur L, largeur l)

2.5. Diafiltration

2.6. Composition des fractions obtenues

### 3. Exercices ([Librairie médicale et scientifique])

- 3.1. Clarification de lactosérum doux en décanteur horizontal
- 3.2. Clarification de lactosérum doux en décanteur centrifuge
- 3.3. Ultrafiltration de lait écrémé ([Librairie médicale et scientifique])
- 3.4. Obtention de fraction protéique purifiée par diafiltration

### Chapitre 4 – Concentration par évaporation

1. Évaporation simple effet
2. 1.1. Principe
- 1.2. Production de vide
  - 1.2.1. Condensation par mélange eau-vapeur
  - 1.2.2. Condensation par échangeur
3. Réduction de la consommation d'énergie
4. 2.1. Évaporation multiple effet
5. 2.2. Thermocompression
6. 2.3. Recompression mécanique des vapeurs
7. 3. Éléments de dimensionnement des évaporateurs ([Librairie médicale et scientifique][1])
- 3.1. Surfaces d'évaporation ([Librairie médicale et scientifique][1])
- 3.2. Pertes de charge ([Librairie médicale et scientifique][1])
- 3.3. Temps de séjour ([Librairie médicale et scientifique][1])

### 4. Exercices ([Librairie médicale et scientifique][1])

- 4.1. Concentration par évaporation de lactosérum doux ([Librairie médicale et scientifique][1])
- 4.2. Refroidissement d'un concentré par détente ([Librairie médicale et scientifique][1])

### ### Chapitre 5 – Séchage ([Librairie médicale et scientifique][1])

1. Psychrométrie ([Librairie médicale et scientifique][1])
2. Construction du diagramme enthalpique de l'air humide ([Librairie médicale et scientifique][1])
3. Propriétés du diagramme enthalpique ([Librairie médicale et scientifique][1])
  - 3.1. Séchage par entraînement ([Librairie médicale et scientifique][1])
  - 3.2. Mélange d'airs ([Librairie médicale et scientifique][1])
4. Cinétiques de séchage ([Librairie médicale et scientifique][1])

## 5. Exercices ([Librairie médicale et scientifique][1])

5.1. Isolation d'une tour de séchage ([Librairie médicale et scientifique][1])

5.2. Séchage de lactosérum doux de pâte pressée cuite ([Librairie médicale et scientifique][1])

## ### Chapitre 6 – Agitation et mélange ([Librairie médicale et scientifique][1])

### 1. Choix technologique d'un système d'agitation mélange ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.1. Classification usuelle des mobiles d'agitation ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.2. Paramètres opératoires à prendre en compte pour définir le système ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.2.1. Vitesse d'agitation et chicanage de la cuve ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.2.2. Position et nombre d'étages d'agitation ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.2.3. Incorporation de gaz ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.2.4. Transfert de chaleur ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.2.5. Cavitation ([Librairie médicale et scientifique][1])

1.2.6. Géométrie des fonds de cuve ([Librairie médicale et scientifique][1])

2. Modélisation d'un procédé de mélange par essais sur maquette et analyse dimensionnelle ([Librairie médicale et scientifique][1])

2.1. Intérêt et terminologie ([Librairie médicale et scientifique][1])

2.2. Étude de deux cas résolus ([Librairie médicale et scientifique][1])

2.2.1. Temps de mélange de deux fluides miscibles aux propriétés physiques identiques ([Librairie médicale et scientifique][1])

2.2.2. Temps de réhydratation d'une poudre laitière ([Librairie médicale et scientifique][1])

3. Exercice : dimensionnement du système d'agitation d'une cuve mécaniquement agitée ([Librairie médicale et scientifique][1])

3.1. Analyse dimensionnelle de la puissance consommée ([Librairie médicale et scientifique][1])

3.2. Établissement d'une relation de procédé ([Librairie médicale et scientifique][1])

**\*\*Bibliographie\*\*** ... 183 ([Librairie médicale et scientifique][1])

**\*\*Annexes\*\*** ... 185 ([Librairie médicale et scientifique][1])

**\*\*Index\*\*** ... 193 ([Librairie médicale et scientifique][1])