

Sommaire

1. Introduction aux échangeurs thermiques à contact direct

- Définition des échangeurs à contact direct
- Différence avec les échangeurs à paroi
- Domaines d'application industriels et naturels
- Intérêt et limites des systèmes à contact direct

2. Notions fondamentales et mécanismes physiques

- Modes de transfert de chaleur en milieux multiphasiques
- Interaction fluide–fluide sans paroi
- Phénomènes de mélange et d'interface
- Écoulements diphasiques et instabilités

3. Classification des échangeurs à contact direct

- Échangeurs gaz–liquide
- Échangeurs liquide–liquide
- Échangeurs gaz–solide
- Échangeurs avec changement de phase

4. Hydrodynamique des systèmes à contact direct

- Régimes d'écoulement (gouttes, jets, bulles)
- Temps de contact et surface d'échange
- Coalescence et fragmentation des phases
- Rétention des fluides et distribution

5. Modélisation thermique

- Bilans d'énergie dans les systèmes multiphasiques
- Coefficient global de transfert thermique
- Approche globale et locale du dimensionnement
- Équations de transfert couplé chaleur–masse

6. Dimensionnement des échangeurs

- Paramètres de conception
- Temps de contact et efficacité thermique
- Méthodes de calcul des performances
- Optimisation des dispositifs

7. Applications industrielles

- Tours de refroidissement
- Dessalement et traitement de l'eau
- Génie chimique et procédés industriels
- Systèmes énergétiques et environnementaux

8. Contraintes et performances

- Pertes de charge
- Problèmes de séparation des phases
- Limitations techniques et économiques
- Rendement global des systèmes