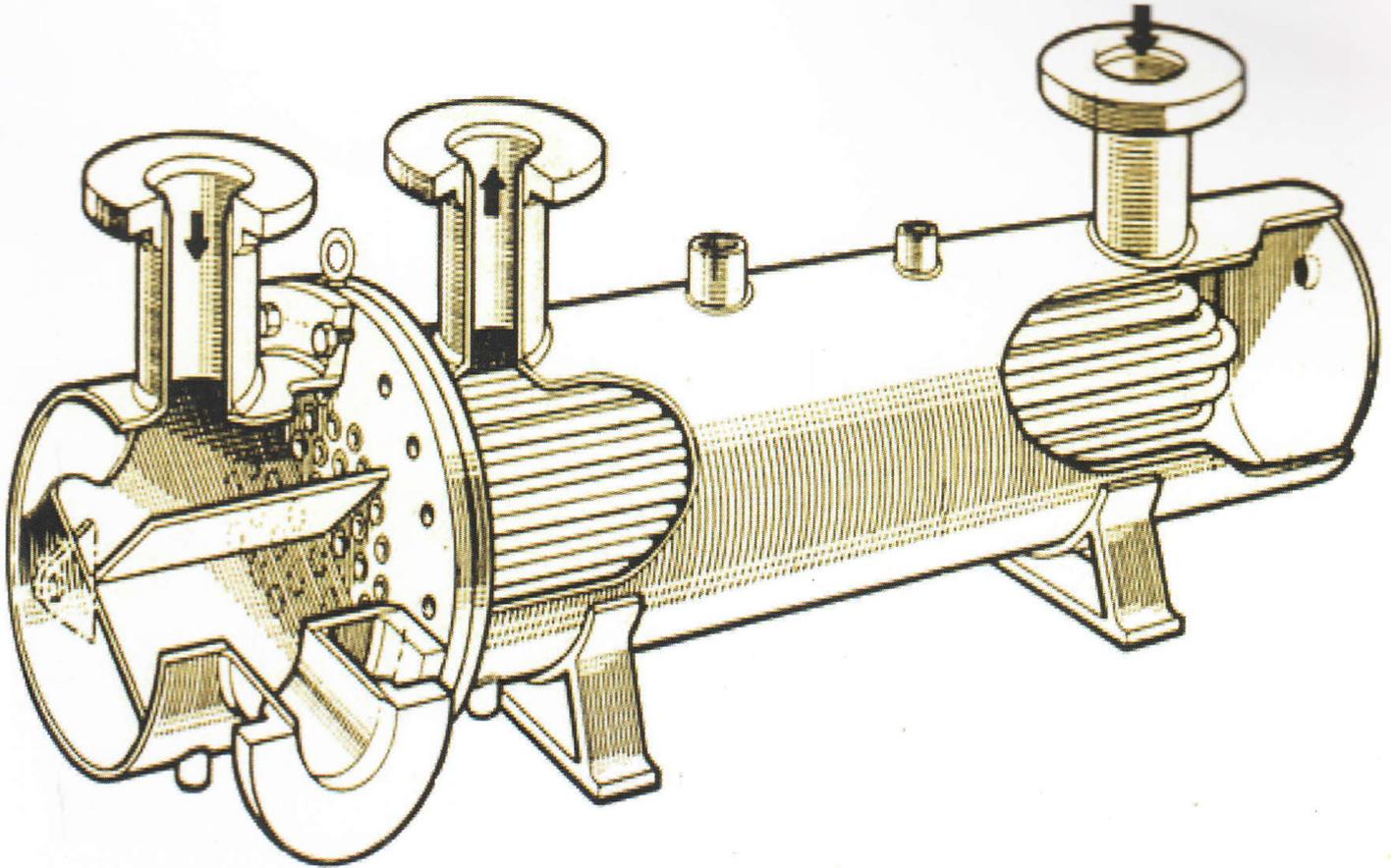


MASTER 2- FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUE



ECHANGEUR DE CHALEUR

Cours et exercices corrigés

Génie Mécanique / Energétique

EDITION 2022

ABDEREZZAK Bilal



EDITIONS
ITINERAIRES
SCIENTIFIQUES

Table des Matières

	Liste des figures	1
	Liste des tableaux	3
	Nomenclatures et abréviations	4
Chapitre 1	Classification des échangeurs de chaleur	
	Introduction	6
1.	Classification des échangeurs de chaleur	7
1.1.	Classification selon le processus de transfert	7
1.2.	Classification selon le nombre de fluides	8
1.3.	Classification selon la compacité de la surface	8
1.4.	Classification selon le type de construction	9
1.5.	Classification selon l'arrangement des écoulements	10
1.6.	Classification selon le mécanisme de transfert de chaleur	10
	Quiz	11
	Références bibliographiques	12
Chapitre 2	Méthodes de calcul des échangeurs de chaleur	
	Introduction	13
1.	Méthode de la moyenne logarithmique ΔT_{LM}	13
1.1.	Cas de l'échangeur à courants parallèles	13
1.2.	Cas de l'échangeur à contre-courant	16
2.	Méthode du nombre d'unités de transfert NTU	17
	Références bibliographiques	20
Chapitre 3	Coefficient d'échange convectif sans changement de phase dans les échangeurs	
	Introduction	21
1.	Nombres adimensionnels en convection thermique	22
2.	Corrélations pour le calcul du coefficient de transfert en convection forcée	24
2.1	Corrélation pour un écoulement de fluide en convection forcée interne	24
2.1.1.	Cas d'un tube	24
2.1.2.	Cas d'un tube annulaire	26
2.1.3.	Cas de deux plaques planes parallèles	27
2.2.	Corrélation pour un écoulement de fluide en convection forcée interne	29
2.2.1.	Cas d'un tube	29
2.2.2.	Cas d'une plaque	30
2.2.3.	Cas d'une rangée de tubes alignés ou placés en quinconce	30
3.	Corrélations pour le calcul du coefficient de transfert en convection naturelle	33
3.1.	Convection naturelle interne	33
3.1.1.	Cas de deux plans verticaux isothermes	33
3.2.	Convection naturelle externe	34
3.2.1.	Cas d'une plaque chaude horizontale en dessous d'une plaque froide horizontale	34
3.2.2.	Cas d'une plaque chaude horizontale en dessus d'une plaque froide horizontale	35
	Références bibliographiques	36
Chapitre 4	Coefficient d'échange convectif avec changement de phase dans les échangeurs	
	Introduction	38
1.	Ebullition	40
1.1.	Les modes d'ébullition	40
1.2.	Cas de l'ébullition en film à l'extérieur d'un tube horizontal	41

1.3.	Cas d'une ébullition nucléée à l'intérieur d'un tube horizontal	41
1.4.	Cas de l'ébullition nucléée en cuve	42
2.	La condensation	43
2.1.	Cas de la condensation à l'extérieur d'un tube horizontal	43
2.2.	Cas de la condensation à l'extérieur d'un tube vertical	43
2.3.	Cas de la condensation sur une paroi plane	44
2.4.	Cas de la condensation à l'intérieur d'un tube horizontal	44
3.	Les échangeurs de chaleurs à changement de phase	45
4.	Les échangeurs des circuits frigorifiques	46
	Références bibliographiques	49
Chapitre 5	Coefficient d'échange global et conductance globale d'un échangeur	
	Introduction	50
1.	Conductance globale d'un échangeur de chaleur	51
2.	Impact de l'évolution de la température sur la conductance globale	53
3.	Influence du facteur d'encrassement sur le coefficient d'échange global d'un échangeur	55
	Références bibliographiques	58
Chapitre 6	Performances et calcul des échangeurs de chaleur	
	Introduction	59
1.	Procédures de calcul des échangeurs par la méthode ΔTLM	60
2.	Procédures de calculs des échangeurs par la méthode NUT	69
3.	Entre ΔTLM et NUT...quel choix à faire !	75
	Références bibliographiques	76
Chapitre 7	Technologie des échangeurs de chaleur	
	Introduction	77
1.	Technologies existantes des échangeurs de chaleur	77
1.1.	L'échangeur de chaleur Liquide-Liquide	77
1.1.1.	L'échangeur à tubes et calandre	77
1.1.2.	L'échangeur de chaleur à plaques	79
1.1.3.	L'échangeur de chaleur régénératif	80
1.2.	L'échangeur de chaleur Gaz – Gaz	81
1.3.	L'échangeur de chaleur Gaz – Liquide	81
2.	Conception et fonctionnement des échangeur de chaleur	82
3.	Critères de sélection d'un échangeur de chaleur	83
3.1.	La quantité de chaleur a transférer (a assurer)	84
3.2.	Le Coût	84
3.3.	Energie dédiée à la circulation du fluide	84
3.4.	La Taille et le poids	84
3.5.	Le Type de l'échangeur	85
3.6.	Les Matériaux de l'échangeur de chaleur	85
3.7.	Autres considérations techniques	85
	Références bibliographiques	86
Chapitre 8	Optimisation et intégration énergétique des flux de chaleur dans les réseaux d'échangeurs	
	Introduction	87
1.	Objectifs de conception optimale d'un réseau d'échangeur	87
2.	Méthodes de conception des réseaux de chaleur	88
3.	La méthode de pincement thermique (Pinch)	89
4.	Optimisation du réseau d'échangeurs	90
5.	Autres considérations pour l'application du pincement thermique	91