

<b>NOMENCLATURE.....</b>	<b>4</b>
<b>1. GENERALITES SUR LES TRANSFERTS DE CHALEUR.....</b>	<b>5</b>
1.1 INTRODUCTION .....	5
1.2 DEFINITIONS .....	5
1.2.1 <i>Champ de température</i> .....	5
1.2.2 <i>Gradient de température</i> .....	5
1.2.3 <i>Flux de chaleur</i> .....	5
1.3 FORMULATION D'UN PROBLEME DE TRANSFERT DE CHALEUR .....	6
1.3.1 <i>Bilan d'énergie</i> .....	6
1.3.2 <i>Expression des flux d'énergie</i> .....	6
<b>2 TRANSFERT DE CHALEUR PAR CONDUCTION EN REGIME PERMANENT.....</b>	<b>9</b>
2.1 L'EQUATION DE LA CHALEUR .....	9
2.2 TRANSFERT UNIDIRECTIONNEL .....	10
2.2.1 <i>Mur simple</i> .....	10
2.2.2 <i>Mur multicouches</i> .....	11
2.2.3 <i>Mur composite</i> .....	12
2.2.4 <i>Cylindre creux long (tube)</i> .....	13
2.2.5 <i>Cylindre creux multicouches</i> .....	14
2.3 TRANSFERT MULTIDIRECTIONNEL.....	15
2.3.1 <i>Méthode du coefficient de forme</i> .....	15
2.3.2 <i>Méthodes numériques</i> .....	16
2.4 LES AILETTES.....	19
2.4.1 <i>L'équation de la barre</i> .....	19
2.4.2 <i>Flux extrait par une ailette</i> .....	20
2.4.3 <i>Efficacité d'une ailette</i> .....	24
2.4.4 <i>Choix des ailettes</i> .....	24
<b>3 TRANSFERT DE CHALEUR PAR CONDUCTION EN REGIME VARIABLE.....</b>	<b>27</b>
3.1 CONDUCTION UNIDIRECTIONNELLE EN REGIME VARIABLE SANS CHANGEMENT D'ETAT .....	27
3.1.1 <i>Milieu à température uniforme</i> .....	27
3.1.2 <i>Milieu semi-infini</i> .....	28
3.1.3 <i>Transfert unidirectionnel dans des milieux limités : plaque, cylindre, sphère</i> .....	36
3.1.4 <i>Systèmes complexes : méthode des quadripôles</i> .....	51
3.2 CONDUCTION UNIDIRECTIONNELLE EN REGIME VARIABLE AVEC CHANGEMENT D'ETAT.....	56
3.3 CONDUCTION MULTIDIRECTIONNELLE EN REGIME VARIABLE .....	58
<b>4 TRANSFERT DE CHALEUR PAR RAYONNEMENT.....</b>	<b>59</b>
4.1 GENERALITES. DEFINITIONS .....	59
4.1.1 <i>Nature du rayonnement</i> .....	59
4.1.2 <i>Définitions</i> .....	60
4.2 LOIS DU RAYONNEMENT .....	63
4.2.1 <i>Loi de Lambert</i> .....	63
4.2.2 <i>Lois physiques</i> .....	63
4.3 RAYONNEMENT RECIPROQUE DE PLUSIEURS SURFACES .....	66
4.3.1 <i>Radiosité et flux net perdu</i> .....	66
4.3.2 <i>Facteur de forme géométrique</i> .....	66
4.3.3 <i>Calcul des flux</i> .....	67
4.3.4 <i>Analogie électrique</i> .....	69
4.4 EMISSION ET ABSORPTION DES GAZ.....	71
4.4.1 <i>Spectre d'émission des gaz</i> .....	71
4.4.2 <i>Echange thermique entre un gaz et une paroi</i> .....	71

<b>5</b>	<b>TRANSFERT DE CHALEUR PAR CONVECTION.....</b>	<b>73</b>
5.1	RAPPELS SUR L'ANALYSE DIMENSIONNELLE.....	73
5.1.1	<i>Dimensions fondamentales.....</i>	73
5.1.2	<i>Principe de la méthode.....</i>	73
5.1.3	<i>Exemple d'application.....</i>	74
5.1.4	<i>Avantages de l'utilisation des grandeurs réduites .....</i>	76
5.2	CONVECTION SANS CHANGEMENT D'ETAT.....	76
5.2.1	<i>Généralités. Définitions .....</i>	76
5.2.2	<i>Expression du flux de chaleur .....</i>	77
5.2.3	<i>Calcul du flux de chaleur en convection forcée .....</i>	79
5.2.4	<i>Calcul du flux de chaleur en convection naturelle .....</i>	80
5.3	CONVECTION AVEC CHANGEMENT D'ETAT.....	81
5.3.1	<i>Condensation.....</i>	81
5.3.2	<i>Ebullition.....</i>	84
<b>6</b>	<b>INTRODUCTION AUX ECHANGEURS DE CHALEUR.....</b>	<b>89</b>
6.1	LES ECHANGEURS TUBULAIRES SIMPLES.....	89
6.1.1	<i>Généralités. Définitions .....</i>	89
6.1.2	<i>Expression du flux échangé.....</i>	89
6.1.3	<i>Efficacité d'un échangeur .....</i>	94
6.1.4	<i>Nombre d'unités de transfert.....</i>	96
6.1.5	<i>Calcul d'un échangeur.....</i>	97
6.2	LES ECHANGEURS A FAISCEAUX COMPLEXES.....	98
6.2.1	<i>Généralités .....</i>	98
6.2.2	<i>Echangeur 1-2.....</i>	98
6.2.3	<i>Echangeur 2-4.....</i>	98
6.2.4	<i>Echangeur à courants croisés .....</i>	99
6.2.5	<i>Echangeurs frigorifiques.....</i>	100
<b>7</b>	<b>METROLOGIE THERMIQUE ET QUADRIPOLES.....</b>	<b>103</b>
7.1	METHODES DU PLAN CHAUD.....	103
7.1.1	<i>Principe de la mesure.....</i>	103
7.1.2	<i>Modélisation du plan chaud.....</i>	103
7.1.3	<i>Estimation de l'effusivité et de la conductivité thermique.....</i>	108
7.1.4	<i>Réalisation pratique de la mesure.....</i>	112
7.2	METHODE DU FIL CHAUD.....	112
7.2.1	<i>Principe de la mesure.....</i>	112
7.2.2	<i>Modélisation du fil chaud.....</i>	113
7.2.3	<i>Estimation de la conductivité thermique .....</i>	114
7.2.4	<i>Réalisation pratique de la mesure.....</i>	116
7.3	METHODE DU RUBAN CHAUD.....	117
7.3.1	<i>Principe de la mesure.....</i>	117
7.3.2	<i>Modélisation du ruban chaud .....</i>	117
7.3.3	<i>Estimation de l'effusivité et de la conductivité thermique.....</i>	120
7.3.4	<i>Réalisation pratique de la mesure.....</i>	122
7.4	METHODE FLASH.....	123
7.4.1	<i>Principe de la mesure.....</i>	123
7.4.2	<i>Modélisation de la méthode flash.....</i>	123
7.4.3	<i>Estimation de la diffusivité thermique.....</i>	126
7.4.4	<i>Réalisation pratique de la mesure.....</i>	129
	<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>131</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>133</b>
A.1.1	: PROPRIETES PHYSIQUES DE CERTAINS CORPS.....	133

A.1.1 : PROPRIETES PHYSIQUES DE L' AIR ET DE L'EAU .....	134
A.2.1 : VALEUR DU COEFFICIENT DE FORME DE CONDUCTION .....	135
A.2.2 : EFFICACITE DES AILETTES .....	136
A.2.3 : EQUATIONS ET FONCTIONS DE BESSEL .....	137
A.3.1 : PRINCIPALES TRANSFORMATIONS INTEGRALES : LAPLACE, FOURIER, HANKEL .....	139
A.3.2 : TRANSFORMATION DE LAPLACE INVERSE .....	141
A.3.3 : CHOIX DES TRANSFORMATIONS INTEGRALES POUR DIFFERENTES CONFIGURATIONS.....	143
A.3.4 : VALEUR DE LA FONCTION ERF .....	145
A.3.5 : MILIEU SEMI-INFINI AVEC COEFFICIENT DE TRANSFERT IMPOSE.....	145
A.3.6 : MATRICES QUADRIPOLAIRES POUR DIFFERENTES CONFIGURATIONS .....	146
A.4.1 : EMISSIVITE DE CERTAINS CORPS .....	148
A.4.2 : FRACTION D'ENERGIE $F_{0-\lambda T}$ RAYONNEE PAR UN CORPS NOIR ENTRE 0 ET $\lambda$ .....	149
A.4.3 : FACTEURS DE FORME GEOMETRIQUE DE RAYONNEMENT .....	150
A.4.4 : EPAISSEURS DE GAZ EQUIVALENTES VIS-A-VIS DU RAYONNEMENT.....	153
A.5.1 : CORRELATIONS POUR LE CALCUL DES COEFFICIENTS DE TRANSFERT EN CONVECTION FORCEE.....	154
A.5.2 : CORRELATIONS POUR LE CALCUL DES COEFFICIENTS DE TRANSFERT EN CONVECTION NATURELLE .....	156
A.6.1 : ABAQUES $NUT = f(\eta)$ POUR LES ECHANGEURS.....	157