

Jacques PADET

Professeur Emérite à l'Université de Reims

**Principes
des transferts convectifs**

**Seconde édition révisée
2010**

TABLE DES MATIÈRES

Nomenclature	XI
Prologue	XIII
CHAPITRE 0. — Propriétés thermophysiques des fluides de travail	1
CHAPITRE 1. — Convection forcée externe	6
1.1. — Le concept de couche limite thermique	7
1.1.1. — Approche expérimentale	7
1.1.2. — Équations de la couche limite thermique	9
1.1.3. — Forme adimensionnée des équations	12
1.2. — Résolution par la méthode des solutions affines	17
1.2.1. — Adaptation de la méthode de Blasius pour une paroi à température uniforme	17
1.2.2. — Couche limite thermique et coefficient d'échange	21
1.2.3. — Où l'on met en garde contre certains défauts d'interprétation	25
1.2.4. — Généralisation ; application à un flux imposé uniforme	26
1.2.5. — Effets de la thermodépendance	31
1.3. — Conditions aux limites et couplage convection-conduction	39
Annexe 1.A.1. — Équation d'énergie adimensionnée avec référence aux gradients	45
Problèmes	46
CHAPITRE 2. — Les méthodes intégrales en convection externe	59
2.1. — L'équation de Karman	59
2.2. — La solution approchée de Pohlhausen	60
2.3. — Extension de la méthode de Karman-Pohlhausen à l'équation d'énergie	61
2.4. — Application : plaque à température imposée	65
2.5. — Paroi soumise à un flux imposé	73
Annexe. — Modèle à l'ordre 3	77
Problèmes	78

CHAPITRE 3. — Convection forcée interne	83
3.1. — Généralités	83
3.1.1. — Caractère spécifique des écoulements internes	83
3.1.2. — Température de mélange	84
3.1.3. — Caractérisation du régime thermique établi	86
3.2. — Adaptation des équations de bilans aux écoulements internes ...	88
3.3. — Écoulements anisothermes entre deux plans parallèles	92
3.4. — Écoulements anisothermes dans un tube cylindrique	97
3.4.1. — Flux pariétal imposé, régime thermique établi	97
3.4.2. — Température de paroi imposée, régime thermique établi ...	100
3.4.3. — Régimes établis : modes opératoires et compléments	105
3.5. — Écoulements dans les conduits annulaires	109
3.6. — Régimes non établis dans les canalisations	111
3.6.1. — Aspects physiques	111
3.6.2. — Tube circulaire, $T_p = \text{cte}$, régime dynamique établi	113
3.6.3. — Définition et utilisation de valeurs moyennes	120
3.6.4. — Tube circulaire, $\varphi_p = \text{cte}$, régime dynamique établi.....	124
3.6.5. — Établissement simultané des régimes dynamique et thermique	128
3.6.6. — Longueur d'établissement	129
3.7. — Écoulements avec couplage thermique	130
Annexe. — Solution analytique du problème de Graetz	134
Problèmes	141
CHAPITRE 4. — Convection dans les fluides complexes	160
4.1. — Présentation - Rappels de rhéologie.....	160
4.2. — Comportement dépendant de la contrainte appliquée	163
4.3. — Comportement dépendant du temps	167
4.4. — Critères de similitude et nombres sans dimension.....	170
4.5. — Quelques résultats	173
CHAPITRE 5. — Convection libre	175
5.1. — Aspects physiques du problème	175
5.2. — Adaptation des équations de bilans aux conditions de la convection gravitaire	177
5.3. — Couches limites en convection libre : données expérimentales ..	179
5.4. — Convection libre laminaire externe	182
5.4.1. — Équations de la couche limite	182
5.4.2. — Formulation adimensionnée et critères de similitude	185
5.5. — Adaptation de la méthode des solutions affines à la convection libre	190
5.5.1. — Structure logique de la théorie	190
5.5.2. — Mise en œuvre : plaque verticale isotherme	191

5.5.3. — Paroi verticale avec flux imposé uniforme	198
5.5.4. — Effets de la thermodépendance	206
5.6. — Convection naturelle dans une enceinte	206
5.7. — Extension de la méthode semi-intégrale à la convection naturelle	209
5.8. — Panaches thermiques	214
Problèmes	220
CHAPITRE 6. — Convection mixte	231
6.1. — Caractères spécifiques	231
6.2. — Expression des bilans en convection mixte	232
6.3. — Convection mixte externe le long d'une paroi plane verticale à température uniforme. Généralisation de la méthode différentielle	235
6.4. — Jets et panaches en convection mixte	242
Problème	242
CHAPITRE 7. — La convection massique	251
7.1. — Transferts par diffusion	251
7.2. — Convection forcée massique	252
7.2.1. — Formulation du transfert convectif	252
7.2.2. — Critères de similitude en convection massique	254
7.2.3. — Couches limites de concentration	256
7.3. — Convection naturelle massique. Convection thermosolutale	257
7.4. — Homologie chaleur-masse : principe de la méthode polarographique	260
Problème	262
SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES	265
INDEX	271