

**Jacques PADET**

Professeur Emérite à l'Université de Reims

**Principes  
des transferts convectifs**

**Seconde édition révisée  
2010**

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Nomenclature .....</b>	<b>XI</b>
<b>Prologue .....</b>	<b>XIII</b>
<b>CHAPITRE 0. — Propriétés thermophysiques des fluides de travail .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1. — Convection forcée externe .....</b>	<b>6</b>
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
<b>CHAPITRE 2. — Les méthodes intégrales en convection externe .....</b>	<b>59</b>
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

<b>CHAPITRE 3. — Convection forcée interne .....</b>	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, $\phi_p = \text{cte}$ , 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
<b>CHAPITRE 4. — Convection dans les fluides complexes .....</b>	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
<b>CHAPITRE 5. — Convection libre .....</b>	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. — <b>Convection mixte</b> .....	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. — <b>La convection massique</b> .....	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