

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>Introduction</b> . . . . .	<b>7</b>
<b>Partie 1. Diffusion thermique</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>Chapitre 1. Régime permanent</b> . . . . .	<b>13</b>
1.1. Équations aux dérivées partielles du transfert de chaleur dans un solide . . . . .	13
1.2. Méthode variationnelle . . . . .	16
1.3. Méthode de Rayleigh-Ritz . . . . .	20
1.4. Modèle élément fini . . . . .	22
1.5. Assemblage des éléments finis . . . . .	28
1.6. Convergence de la méthode des éléments finis . . . . .	30
1.7. Solution du système d'équations linéaires . . . . .	34
1.8. Pont thermique . . . . .	34
<b>Chapitre 2. Conditions aux limites</b> . . . . .	<b>37</b>
2.1. Conditions aux limites de Dirichlet . . . . .	37
2.1.1. Technique des contraintes linéaires . . . . .	38
2.1.2. Collage de maillages . . . . .	41
2.2. Conditions aux limites de Neumann . . . . .	42

2.3. Convection . . . . .	44
2.3.1. Formulation de l'élément de convection . . . . .	44
2.3.2. Cube plein et cube avec cavité soumise à de la convection . . . . .	50
2.3.3. Raffinement du maillage du récipient . . . . .	51
2.3.4. Convection dans la cavité à l'intérieur du cube . . . . .	54
2.3.5. Cavité adiabatique . . . . .	57
<b>Chapitre 3. Régime transitoire . . . . .</b>	<b>59</b>
3.1. Formulation générale . . . . .	59
3.2. Intégration temporelle . . . . .	61
3.3. La matrice de capacité . . . . .	63
3.4. Évolution de la température dans un solide aux frontières adiabatiques . . . . .	65
3.5. Solide plongé dans un fluide . . . . .	67
<b>Chapitre 4. Éléments isoparamétriques . . . . .</b>	<b>71</b>
4.1. Concept de carreau selon Coons . . . . .	71
4.2. Hexaèdre trilineaire . . . . .	73
4.3. Surfaces à deux paramètres ou carreaux de Coons . . . . .	75
4.4. Élément isoparamétrique en trois dimensions . . . . .	79
4.5. Utilisation d'ailettes pour le refroidissement d'un solide . . . . .	83
<b>Partie 2. Le rayonnement thermique . . . . .</b>	<b>85</b>
<b>Chapitre 5. Le corps noir . . . . .</b>	<b>87</b>
5.1. Loi de Planck . . . . .	87
5.2. Loi de Stefan-Boltzmann . . . . .	89
5.3. Ondes courtes et ondes longues . . . . .	92
5.4. Loi de Kirchhoff . . . . .	93
5.5. Angle solide . . . . .	94
5.5.1. Procédure générale . . . . .	94
5.5.2. Aire d'un polygone sphérique . . . . .	95
5.5.3. Calcul de l'angle solide d'un triangle . . . . .	96

5.6. La constante solaire . . . . .	97
5.7. Facteur de vue . . . . .	98
5.8. Calcul du facteur de vue par la méthode de lancer de rayons . . . . .	100

## **Chapitre 6. Le Soleil et les ondes courtes . . . . . 107**

6.1. L'ellipse et ses anomalies . . . . .	108
6.2. Les orbites képlériennes . . . . .	112
6.3. La position du Soleil . . . . .	115
6.4. Temps sidéral et angle horaire . . . . .	118
6.5. Position du Soleil en fonction de la latitude et du temps . . . . .	120
6.6. Atténuation du rayonnement solaire par l'atmosphère . . . . .	122
6.6.1. La pression atmosphérique . . . . .	123
6.6.2. La masse optique de l'air . . . . .	123
6.7. Calcul de l'irradiance solaire . . . . .	124
6.7.1. Irradiance sur un plan toujours orienté vers le Soleil . . . . .	124
6.7.2. Irradiance sur un plan horizontal . . . . .	127
6.7.3. Analemme . . . . .	127
6.7.4. Calcul des énergies . . . . .	129
6.8. Équations de radiosité . . . . .	133
6.9. Facteurs de vue étendus . . . . .	137

## **Chapitre 7. La Terre et les ondes longues . . . . . 141**

7.1. Transferts de chaleur en ondes longues . . . . .	141
7.2. Trois surfaces classiques. . . . .	143
7.3. Section de cube comportant une cavité radiative. . . . .	145
7.4. Cube comportant une cavité radiative . . . . .	147

## **Chapitre 8. Température moyenne radiante . . . . . 151**

8.1. Un cube et deux projections sphériques . . . . .	151
8.2. Projection de Mollweide. . . . .	152
8.3. Position d'un point de la sphère dans la projection de Mollweide. . . . .	154

8.4. Visualisation des radiosités en ondes courtes dans le cube. . . . .	156
8.5. Rayonnement en ondes longues dans un cube . . . . .	157
8.6. Projections de Mollweide du cube et de cellules d'aires égales . . . . .	159
8.7. Utilisation de la technique de lancer de rayons. . . . .	161
8.8. Cube comportant cinq faces froides et une chaude . . . . .	165
 <b>Conclusion</b> . . . . .	 167
 <b>Bibliographie</b> . . . . .	 169
 <b>Index</b> . . . . .	 175