

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
<b>Introduction</b> . . . . .	3
<b>Chapitre 1. Structures de données et techniques de base</b> . . . . .	7
1.1. Structure de données élémentaires et techniques de base . . . . .	8
1.1.1. Structures de données de base . . . . .	8
1.1.2. Techniques de base . . . . .	28
1.2. Structures de données internes . . . . .	35
1.2.1. Quoi stocker dans une structure interne et comment . . . . .	35
1.2.2. Structures internes, méthode par méthode . . . . .	37
1.3. Structures de données externes . . . . .	40
1.4. Structures de données et accès mémoire . . . . .	42
<b>Chapitre 2. Transformations, recollement, fusion et immersion de maillages</b> . . . . .	45
2.1. Transformations géométriques . . . . .	46
2.1.1. Transformations géométriques classiques . . . . .	46
2.1.2. Découpes en simplexes d'un élément non simplicial . . . . .	52
2.1.3. Découpes en simplexes d'un maillage non simplicial . . . . .	54
2.1.4. Découpes pour un raccord conforme . . . . .	62
2.1.5. Découpe d'un élément de degré élevé . . . . .	63
2.2. Recollement . . . . .	63
2.3. Fusion . . . . .	71
2.4. Immersion . . . . .	83
<b>Chapitre 3. Renumerotation et mémoire</b> . . . . .	87
3.1. Renumerotation des sommets et des nœuds . . . . .	88
3.1.1. Numérotation et stockage d'une matrice en mode profil . . . . .	88
3.1.2. Numérotation et performance d'un algorithme . . . . .	90
3.1.3. Quelques méthodes de renumérotation des nœuds . . . . .	92
3.2. Renumerotation des éléments . . . . .	98

3.2.1. Exemples de motivations . . . . .	98
3.2.2. Quelques méthodes de renumérotation des éléments . . . . .	99
3.2.3. Renumérotation et partition de maillage . . . . .	101
3.3. Quelques exemples . . . . .	105
<b>Chapitre 4. Visualisation de maillages de degré élevé . . . . .</b>	<b>111</b>
4.1. Opérateurs géométriques et opérateurs topologiques . . . . .	112
4.1.1. Opérateurs géométriques . . . . .	112
4.1.2. Opérateurs topologiques . . . . .	113
4.2. Représentation des maillages courbes . . . . .	113
4.3. Introduction rapide à OpenGL et conception d'un logiciel graphique . . . . .	123
4.4. Quelques exemples . . . . .	142
<b>Chapitre 5. Visualisation d'un champ porté par un maillage de degré élevé . . . . .</b>	<b>151</b>
5.1. Subdivision récursive d'un élément . . . . .	152
5.2. Subdivision récursive d'un champ de solution . . . . .	158
5.3. Tessellation classique ou adaptative . . . . .	161
5.4. Vers la conception d'un logiciel graphique basé sur OpenGL . . . . .	162
5.4.1. Définition de la palette . . . . .	163
5.4.2. Définition d'une coupe . . . . .	166
5.4.3. Représentation « pixel-exact » ou « quasi pixel-exact » . . . . .	174
5.4.4. Normales et ombrages . . . . .	175
5.4.5. Lignes et surfaces de niveau et application au tracé « fil de fer » . . . . .	177
5.4.6. Représentation de fonctions non scalaires . . . . .	182
5.4.7. Schéma synthétique d'un logiciel graphique . . . . .	183
5.5. Quelques exemples . . . . .	187
<b>Chapitre 6. Maillage et calcul élément fini . . . . .</b>	<b>191</b>
6.1. De la formulation continue à une écriture discrète . . . . .	193
6.2. Calcul d'une matrice élémentaire . . . . .	195
6.2.1. Le cas particulier du triangle de degré 1 . . . . .	196
6.2.2. Une écriture générique pour tous les éléments . . . . .	197
6.2.3. L'écriture générique pour les 4 éléments choisis, équation de la chaleur . . . . .	203
6.2.3.1. Triangle de Lagrange de degré 1 à 3 nœuds . . . . .	204
6.2.3.2. Quadrilatère de Lagrange de degré $1 \times 1$ à 4 nœuds . . . . .	208
6.2.3.3. Triangle droit de Lagrange de degré 2 à 6 nœuds . . . . .	215
6.2.3.4. Triangle isoparamétrique (courbe) de Lagrange de degré 2 à 6 nœuds . . . . .	224
6.2.3.5. En pratique . . . . .	236
6.2.4. L'écriture générique pour les 4 éléments choisis, équation de l'élasticité . . . . .	238
6.2.4.1. Triangle de Lagrange de degré 1 à 3 nœuds . . . . .	238
6.2.4.2. Les trois autres éléments . . . . .	240
6.2.4.3. En pratique . . . . .	240
6.3. Assemblage d'une matrice ou d'un second membre . . . . .	243

<b>Chapitre 7. Maillage et calcul volume fini</b> . . . . .	247
7.1. Présentation de la méthode des volumes finis sur un problème du premier ordre . . . . .	247
7.1.1. Discrétisation temporelle . . . . .	248
7.1.2. Discrétisation spatiale . . . . .	249
7.2. Méthodes des volumes finis pour les équations d'Euler en deux dimensions . . . . .	253
7.2.1. Discrétisation spatiale . . . . .	254
7.2.1.1. Définition des cellules de volumes finis . . . . .	255
7.2.1.2. Calcul de flux conservatifs décentrés . . . . .	256
7.2.2. Discrétisation temporelle . . . . .	261
7.3. De la théorie à la pratique . . . . .	261
7.3.1. Structures de données . . . . .	261
7.3.2. Algorithmes de résolution . . . . .	263
7.4. Exemples numériques . . . . .	265
<b>Chapitre 8. Exemples par la pratique</b> . . . . .	269
8.1. Lecture, écriture et manipulation d'un maillage . . . . .	270
8.2. Programmer un algorithme de hachage . . . . .	273
8.3. Un opérateur d'insertion de points par cavité, application à la compression d'image . . . . .	276
8.4. Retrouver une composante connexe . . . . .	285
8.5. Exercices sur les métriques . . . . .	287
<b>Chapitre 9. Quelques algorithmes et formules</b> . . . . .	297
9.1. Polynômes de Bernstein et formes de Bézier . . . . .	297
9.1.1. Polynômes de Bernstein . . . . .	297
9.1.2. Formes de Bézier . . . . .	298
9.1.3. Formules (longueurs, surfaces et volumes) pour les éléments courbes . . . . .	300
9.2. Problèmes de localisation dans un maillage courbe . . . . .	305
9.2.1. Valeurs des paramètres d'un point courant . . . . .	305
9.2.2. Localisation . . . . .	309
9.3. Courbes de remplissage . . . . .	310
9.3.1. Une courbe en Z . . . . .	310
9.3.2. Une courbe de Hilbert . . . . .	313
<b>Conclusions et perspectives</b> . . . . .	317
<b>Bibliographie</b> . . . . .	319
<b>Index</b> . . . . .	323
<b>Sommaire de <i>Maillage, modélisation géométrique et simulation numérique 1</i></b> . . . . .	327
<b>Sommaire de <i>Maillage, modélisation géométrique et simulation numérique 2</i></b> . . . . .	329