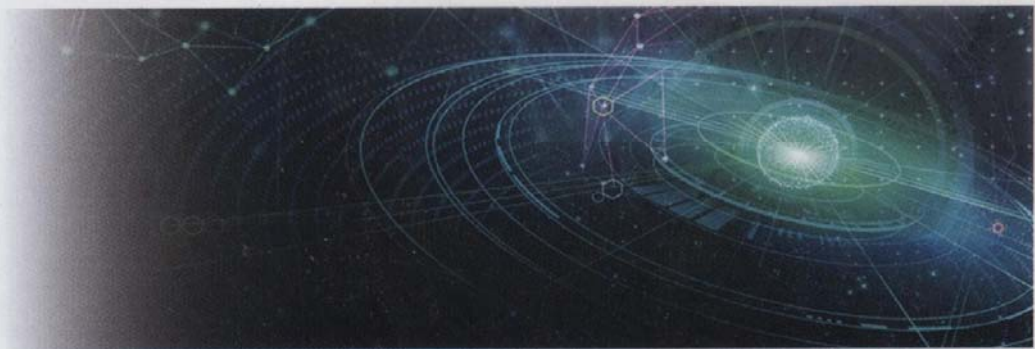


Les Fascicules du
L M D

Méthodes numériques

Applications avec **MATLAB**

M. Djebli
S. Idjimarene



Cet ouvrage est destiné aux spécialités LMD: Physique, Chimie, Mathématiques, Informatique, Electronique, Electrotechnique, Génie civil, Génie mécanique, et Ecoles supérieurs d'ingénierie.



Table des matières

Préface

i

Avant propos

iii

1 Présentation du Calcul Numérique

5

- 1.1 Les nombres 6
- 1.2 Propagation de l'erreur 7
- 1.3 Instabilités numériques 10

2 Résolution de $f(x) = 0$

13

- 2.1 Position du problème 14
- 2.2 Estimation de la solution approchée 15
- 2.3 Résolution par la méthode du point fixe 16
 - 2.3.1 Définition du point fixe 17
 - 2.3.2 Théorème du point fixe 17
 - 2.3.3 Principe et algorithme de la méthode du point fixe 18
 - 2.3.4 Convergence de la méthode et choix de $g(x)$ 18
 - 2.3.5 Applications 19
- 2.4 Résolution par la méthode de bisection 25
 - 2.4.1 Théorème des valeurs intermédiaires 25
 - 2.4.2 Principe de la méthode de bisection 25
 - 2.4.3 Convergence de la méthode 25
 - 2.4.4 Applications 26
- 2.5 Résolution par la méthode de la sécante 27
 - 2.5.1 Principe de la méthode de la sécante 27
 - 2.5.2 Applications 28
- 2.6 Résolution par la méthode de Muller 30

2.7	Résolution par la méthode de Newton	31
2.7.1	Théorème de Taylor	31
2.7.2	Principe et algorithme de la méthode de Newton	31
2.7.3	Convergence de la méthode de Newton	32
2.7.4	Applications	34
2.7.5	Accélération de la convergence et algorithme de Newton pondéré	35
2.8	Résolution des équations polynomiales	35
2.8.1	Rappels de quelques propriétés des polynômes	35
2.8.2	Schéma de Horner	36
2.8.3	Méthode de Bairstow	37
2.8.4	Applications	40
2.9	Résolution avec la bibliothèque de MATLAB	43
2.9.1	Applications	44
2.9.2	Limitations	45
2.10	Bilan comparatif	45
3	Interpolation Polynômiale	47
3.1	Interpolation de Lagrange	50
3.1.1	Calcul de l'erreur	52
3.2	Interpolation de Newton	52
3.3	Différences finies	56
	Applications	60
	1. Mouvement d'un projectile	60
	2. Rayonnement du corps noir	61
4	Approximation de Fonctions	63
4.1	Approximation uniforme	64
4.2	Approximation au sens des moindres carrés	65
4.2.1	Cas continu	68
4.2.2	Généralisation	69
4.3	Polynômes orthogonaux	69
4.4	Approximation Trigonométrique	73
	Applications	75
	1. Segway	75
	2. Fluide incompressible	77

5	Intégration Numérique	79
5.1	Rappels	80
5.2	Méthode des trapèzes	82
5.3	Méthode de Simpson	86
5.3.1	Estimation de l'erreur	87
5.4	Quadratures de Gauss	89
5.4.1	Généralisation	93
5.5	Dérivation Numérique	95
	Applications	97
1.	Vitesse Thermique	97
2.	Chemin optique dans une fibre optique	99
3.	Relation de dispersion d'un gaz électronique	103
6	Equations différentielles ordinaires	105
6.1	Rappels	106
6.2	Méthode d'Euler	108
6.2.1	Estimation de l'erreur	111
6.2.2	Méthode d'Euler Implicite	112
6.3	Méthode de Taylor	115
6.4	Méthode de Runge-Kutta	118
6.5	Méthodes à pas multiples	123
	Applications	125
1.	Modèle polytropique de pression statique	125
2.	Chute de grêle	127
3.	Progression d'une maladie contagieuse	130
4.	Les solveurs ODE de MATLAB	132
7	Systèmes d'équations	135
7.1	Rappels d'algèbre linéaire	136
7.2	Méthodes Directes	138
7.2.1	Opérations sur les matrices	138
7.3	Méthode d'élimination de Gauss	142
7.4	Méthode de Gauss-Jordan	146
7.5	Factorisation LU	150
7.5.1	Décomposition de Cholesky	150
7.6	Conditionnement d'une matrice	151
7.7	Méthodes itératives	154

7.7.1	Méthode de Jacobi	154
7.7.2	Méthode de Gauss-Siedel	157
7.8	Systèmes non linéaires	158
	Applications	161
1.	Circuit électrique	161
2.	Oscillateurs couplés	164
	Index général	169
	Index des commandes MATLAB	171
	Index des noms	173
	Bibliographie	175