

# Table des matières

## I Introduction au calcul et représentations graphiques

			Niveau
I.1	Brève introduction	11	★1
I.2	Les tris	17	★1
I.3	Évolution de populations et chaos	27	★1
I.4	Calculs de pH	33	★1
I.5	Dosages acido-basiques	41	★1
I.6	Lignes de courant	45	★2
I.7	Optique géométrique	57	★1
I.8	Interférences	63	★2
I.9	Diffraction	69	★2
I.10	Fractales	81	★1
I.11	Résolution de Sudoku	91	★1
I.12	Représentations des orbitales atomiques dans le cas des hydrogéoïdes	95	★1
I.13	Le plus court chemin, l'algorithme de Dijkstra	113	★1
I.14	Traitement d'images	125	★1

## II Algèbre linéaire

II.1	Méthodes directes de résolution de systèmes linéaires ou chaîne résistive infinie	141	★1
II.2	Résolution de systèmes linéaires par méthodes itératives ou convertisseur numérique-analogique	161	★2
II.3	Diagonalisation selon la méthode $QR$ ou tenseur d'inertie d'une molécule	179	★2
II.4	Diagonalisation selon la méthode de la puissance ou chaîne d'oscillateurs	187	★2
II.5	Diagonalisation de matrices symétriques selon la méthode de Jacobi ou vibrations d'élongation de $CO_2$	199	★2
II.6	Régiosélectivité d'une réaction de Diels-Alder	209	★2
II.7	Chute libre et approximation au sens des moindres carrés	217	★2

### III Étude de fonctions

III.1	Approximation du zéro d'une fonction ou position d'équilibre	225	★1
III.2	Développement en série de Fourier ou filtrage de signaux	239	★2
III.3	Transformation de Fourier rapide	253	★2
III.4	Approximations de dérivées ou cinétique homogène	259	★1
III.5	Formules de quadrature ou densité de probabilité	269	★1
III.6	Recherche d'un minimum et méthode du gradient	281	★2
III.7	Ajustement de paramètres	291	★2

### IV Équations différentielles

IV.1	Méthodes explicites à 1 pas ou chute freinée	301	★1
IV.2	Méthodes implicites à 1 pas	319	★1
IV.3	Méthodes de Runge-Kutta	327	★1
IV.4	Équations différentielles couplées ou oscillateur harmonique	337	★1
IV.5	Méthodes multi-pas	353	★1
IV.6	Méthodes prédicteur-correcteur	373	★1
IV.7	Méthodes adaptatives pour problèmes raides	381	★1
IV.8	Pendule amorti	397	★1
IV.9	Le modèle proie-prédateur de Lotka-Volterra	407	★1
IV.10	Modèles d'évolution de populations	413	★1

### V Équations aux dérivées partielles

V.1	Équation de transport	427	★2
V.2	Équation des ondes	453	★2
V.3	Équation de la chaleur à 1 dimension	473	★2
V.4	Équation de la chaleur stationnaire à 2 dimensions	481	★2
V.5	Équations de réaction-diffusion ou morphogénèse	487	★2

### VI Automates cellulaires

VI.1	Le jeu de la vie	501	★1
VI.2	Fourmi de Langton	511	★1
VI.3	Dualité entre diffusion et percolation	517	★1
VI.4	Modèle d'avalanches dans un tas de sable	531	★1
VI.5	Radioactivité	545	★1
VI.6	Réactions chimiques bimoléculaires	555	★1

## VII Optimisation par les métaheuristiques

VII.1	Le recuit simulé ou le problème du voyageur de commerce	565	★1
VII.2	Agrégats de gaz rares	573	★1
VII.3	Fonctions d'ondes radiales de l'hydrogène	581	★2
VII.4	La méthode Monte Carlo et le modèle d'Ising	589	★2
VII.5	Algorithme génétique	599	★1
VII.6	Optimisation par colonies de fourmis	607	★1
VII.7	Les fourmis connaissent-elles le principe de Fermat ?	615	★1
VII.8	Théorie cinétique des gaz parfaits	625	★2
VII.9	Équations de réaction-diffusion du point de vue probabiliste	649	★2
	 Index	 667	

Le niveau de difficulté des projets augmente avec le nombre de branches de l'étoile. Le chiffre indique l'année d'étude nécessaire pour comprendre les notions mathématiques ou physiques employées. Certains problèmes physiques dépassent légèrement le cadre des programmes des classes préparatoires, l'intérêt du projet réside alors dans la modélisation numérique du problème et non pas dans sa résolution analytique qui est donnée à titre informatif.