

Guillaume CONNAN
Stéphane GROGNET



Guide du Calcul

avec les Logiciels Libres

XCAS, Scilab, Bc, Gp, GnuPlot, Maxima, MuPAD...

DUNOD

GUIDE DU CALCUL AVEC LES LOGICIELS LIBRES

**XCAS, Scilab, Bc,
Gp, GnuPlot, Maxima, MuPAD**

Consultez nos parutions sur dunod.com

Dunod Éditeur, édition de livres, Microsoft Press, ETSF, Ediscience, Intef éditions

Recherche [OS] Collections Index thématique

Mon compte

Accueil Contacts

Interviews

Réinventer les RH (urgence) !
Giles Verrier

Ramesses 2000 : exigez la nouvelle formule !
Thierry de Montbrial

toutes les interviews

Club Enseignants

Inscrivez-vous !

Événements

Découvrez le site de la Profession dirigeant

En librairie ce mois-ci

Développement personnel et coaching : découvrez le ROYAUME DE LA MENTE

www.mindtools.com

nos librairies

Sciences et techniques

Informatique

Gestion et Management

Sciences Humaines

Nouveautés - Nouveautés - Nouveautés - Nouveautés -

Bacchus 2008
Enjeux, stratégies et pratiques dans la filière vitivinicole
Jean-Pierre Couderc, Hervé Hanneu, François d'Hautville, Etienne Montagne

Profession dirigeant
De la conception du changement à l'action
Gérard Roth, Michel Kuryla

PYTHON
Petit guide à l'usage du développeur agile
Tarek Ziade

150 petites expériences de psychologie du sport pour mieux comprendre les champions... et les autres
Yvan Faquet, Pascal Legrain, Elizabeth Rosnet, Stéphane Ruinet

LES BIBLIOTHÈQUES DES MÉTIERS

Bibliothèque du DSI

Gestion industrielle

Méiers de la vigne et du vin

Marketing et Communication

Directeur d'établissement social et médico-social

Toutes les bibliothèques

LES NEWSLETTERS

Action sociale

Psychologie

Développement personnel et bien-être

Entreprises

Expertise comptable

Informatique et TIC

Industrie

Toutes les newsletters

bibliothèques des métiers nouveautés Microsoft Press Ediscience Intef éditions

force digitale

GUIDE DU CALCUL AVEC LES LOGICIELS LIBRES

**XCAS, Scilab, Bc,
Gp, GnuPlot, Maxima, MuPAD**

Guillaume Connan

Professeur agrégé de mathématiques
au lycée Jean Perrin (Rezé)

Stéphane Grognet

Maître de conférences à l'Université de Nantes
et directeur de l'IREM des Pays de la Loire

DUNOD

Illustration de couverture : *Digital vision*

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2008
ISBN 978-2-10-053934-5

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2^e et 3^e a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

INTRODUCTION	1
1 Généralités	1
a. Public visé	1
b. Organisation	1
2 Pourquoi des logiciels libres ?	2
3 Liste des logiciels abordés	2
4 Vive le calcul !	3
 Partie I INTERFACE	 5
CHAPITRE 1 : AIDE	7
1.1 Installer les logiciels	7
1.2 Obtenir de l'aide	7
a. Aide en ligne de commande	7
b. Aide en ligne locale	8
c. Aide en ligne par internet	8
d. Documentation internet	8
1.3 Promenade avec bc	8
1.4 Promenade avec XCAS	9
 CHAPITRE 2 : COMMUNICATION	 13
2.1 Communiquer avec un logiciel de calcul	13
a. Écriture des nombres	13
b. Saisie des instructions au clavier	13
c. Mise en forme des résultats au format instruction	14
2.2 Obtenir des sorties compatibles avec le logiciel de typographie $\text{\LaTeX}$	15
a. $\text{\LaTeX}$ et les calculs avec XCAS	15
b. $\text{\LaTeX}$ et les sorties graphiques de XCAS	18
c. $\text{\LaTeX}$ et GnuPlot	20
d. Combiner Bc, GnuPlot et $\text{\LaTeX}$	23
2.3 Utiliser des logiciels de calcul avec TeXmacs	26
2.4 Utiliser les logiciels de calcul en mode texte sous Emacs	27
2.5 Faire communiquer deux logiciels de calcul	29

Table des matières

a. Le copier-coller à la souris	29
b. Communication via des fichiers	29
c. Appel à l'interpréteur de commandes du système (shell)	29
d. Un bon outil : la gestion des chaînes de caractères	30
2.6 Programmation interactive	30
CHAPITRE 3 : LA PROGRAMMATION	31
3.1 Avec XCAS	31
a. Les procédures	31
b. for	32
c. while	33
d. if	33
e. Listes,ensembles et chaînes	33
f. Programmation en français	36
Pour	36
tantque	36
si	36
3.2 Avec MuPAD	37
a. Les procédures	37
b. for	38
c. while	39
d. if	39
e. Listes, ensembles et chaînes	39
3.3 Avec Scilab	41
Partie II CALCUL	43
CHAPITRE 4 : ARITHMÉTIQUE	45
4.1 Calcul en précision arbitraire	45
a. Avec Bc	45
b. Avec XCAS	46
c. Avec Maxima	46
d. Avec gp	46
e. Avec Yacas	46
4.2 Erreurs d'arrondi avec GnuPlot	47
4.3 Changement de base avec Bc	48
4.4 Congruences	49
4.5 Nombres premiers	50
a. Théorème des nombres premiers	50
b. La fonction Li : $x \mapsto \int_2^x \frac{1}{\ln t} dt$ et les nombres premiers	52
4.6 Nombres p -adiques	53
CHAPITRE 5 : ÉQUATIONS	55
5.1 Avec XCAS	55

5.2 Avec MuPAD	58
CHAPITRE 6 : POLYNÔMES	61
6.1 Avec Scilab	61
6.2 Avec Maxima	62
6.3 Avec XCAS	63
6.4 Avec Gp	64
6.5 Avec Yacas	65
CHAPITRE 7 : FONCTIONS	67
7.1 Avec Gp	67
7.2 Avec Maxima	67
7.3 Avec XCAS	68
a. Cas général	68
b. Définir des fonction non numériques : un exemple en géométrie en classe de Seconde	69
7.4 Avec Bc	72
7.5 Avec Scilab	72
a. Cas général	72
b. Évaluation en rafale	73
7.6 Avec Yacas	73
7.7 Avec Octave	74
CHAPITRE 8 : ALGÈBRE LINÉAIRE	75
8.1 Avec Scilab	75
a. Opérations élémentaires	75
b. Résolution d'un système d'équations linéaires	76
c. Réduction d'endomorphismes	76
8.2 Avec Octave	77
8.3 Avec Maxima	77
8.4 Avec XCAS, au gré d'activités diverses	78
a. Déterminer un projecteur	78
b. Puissances de matrices	79
c. Inverse de matrices	79
d. Trouver l'inverse d'une matrice avec la méthode de Gauss-Jordan	80
e. Chaînes de Markov	83
f. Chiffrement de Hill	86
Codage	87
Décodage	88
CHAPITRE 9 : GÉOMÉTRIE AFFINE	91
9.1 Avec Scilab	91
a. Équation de droite dans le plan	91
b. Équation de plan dans l'espace tridimensionnel	91
9.2 Avec XCAS	91
a. Propriétés géométriques	92

Table des matières

Dans le plan	92
Dans l'espace	93
b. Une activité de 2 ^{nde}	95
9.3 Avec GnuPlot	96
CHAPITRE 10 : STATISTIQUES	99
10.1 Des statistiques sans tableur...	99
a. Le problème du Duc de Toscane	99
Un peu de (petite) histoire	99
Simulation de l'expérience	99
Simulation à grande échelle	100
b. Lancers de dés	101
c. Un problème d'ivrogne	103
10.2 Générateurs aléatoires	105
10.3 Régression linéaire	105
10.4 Statistiques	105
10.5 Application	106
a. Loi uniforme	106
b. Loi normale	108
c. Pile ou face	109
d. Jeu de dés	110
CHAPITRE 11 : CALCUL DIFFÉRENTIEL	113
11.1 Premiers contacts	113
a. Avec Scilab	113
b. Avec Maxima	114
c. Avec XCAS	114
d. Avec Gp	116
e. Avec Yacas	116
11.2 Calcul différentiel multidimensionnel	116
11.3 Courbes	117
11.4 Surfaces	119
11.5 Étude métrique des surfaces	125
11.6 Extrema d'une fonction de $\mathbb{R}^2$ dans $\mathbb{R}$ avec XCAS	132
a. Extremum sous contrainte et multiplicateur de Lagrange	132
b. Condition nécessaire et suffisante d'existence d'un extremum	135
CHAPITRE 12 : INTÉGRATION	139
12.1 Primitives	139
a. Avec Yacas	139
b. Avec Maxima	139
c. Décomposition en éléments simples	140
d. Avec Scilab	142
e. Avec XCAS	143
f. Avec MuPAD	143
12.2 Changement de variable et intégration par parties	144

a. Avec XCAS	144
Changement de variables	144
Intégration par parties	144
Intégrale de Wallis	145
b. Avec MuPAD	147
12.3 Calcul approché d'intégrales	148
a. Méthode des rectangles avec XCAS	148
b. Application au calcul d'une approximation de π avec XCAS	149
CHAPITRE 13 : DÉVELOPPEMENTS LIMITÉS	153
13.1 Avec Yacas	153
13.2 Avec Gp	153
13.3 Avec Maxima	154
13.4 Avec XCAS	154
a. Généralités	154
b. Visualisation de l'approximation d'une fonction par le polynôme de Taylor	155
CHAPITRE 14 : ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES ORDINAIRES	157
14.1 Avec Scilab	157
a. Résolution d'une équation du premier ordre unidimensionnelle	157
b. Résolution d'une équation du premier ordre multidimensionnelle	157
c. Résolution d'une équation du deuxième ordre unidimensionnelle	160
d. Résolution d'une équation d'ordre et de dimension quelconques	161
14.2 Avec Octave	161
14.3 Avec XCAS	161
a. Résolution exacte	161
b. Résolution approchée	162
c. Méthode d'Euler : cas général	162
d. Méthode d'Euler et exponentielle : TP en Terminale S	163
Approximation affine	163
Subdivision	163
Tracé d'une ligne brisée	163
Tracé en boucle	164
Procédure	164
À vous de jouer	165
Estimation de l'erreur	165
14.4 Résolution exacte avec Maxima	166
14.5 Avec MuPAD	167
CHAPITRE 15 : TRANSFORMÉE DE LAPLACE	169
15.1 Avec Maxima	169
15.2 Avec XCAS	170

Partie III THÈMES 171

THÈME 1 : XCAS AU LYCÉE ?	173
1.1 XCAS et la géométrie dynamique au lycée	173
1.2 XCAS et les suites	173
1.3 Ce que ni le tableur, ni un logiciel de géométrie ne peuvent faire	179
a. Preuve d'un théorème	179
b. Illustration graphique	182
c. Bilan de cette activité	183
1.4 Moralité...	183
THÈME 2 : LOGIQUE ÉLÉMENTAIRE	185
2.1 Premiers contacts	185
2.2 Algèbre de Boole	185
2.3 Le raisonnement par l'absurde	186
THÈME 3 : THÉORÈMES DE MÉNÉLAÏS ET PAPPUS	189
3.1 Coordonnées barycentriques	189
a. Une condition d'alignement	189
b. Une démonstration rapide du théorème de Ménélaüs	190
3.2 Problème du Monde	192
3.3 Cercles de Pappus	193
a. Approche historique	193
b. Résolution astucieuse de représentations paramétriques et d'une inversion	196
THÈME 4 : SUITES ET CHAOS	199
4.1 Modélisation	200
4.2 Observation chiffrée	200
4.3 Observation graphique	201
4.4 Diagramme de bifurcation	203
THÈME 5 : CONIQUES	205
5.1 Étude algébrique des coniques	205
a. Étude mathématique au niveau Bac+1	205
Premier cas : $ab = 0$	205
second cas : $ab \neq 0$	206
b. Étude mathématique au niveau Bac+2	208
Écriture matricielle de l'équation	208
Exemple	209
c. Étude informatique	210
5.2 Étude analytique des coniques	211
a. Ellipse d'équation $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$	211
b. Hyperbole d'équation $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$	213
5.3 Ensemble des points M du plan tels que $\mathbf{MF} = e\mathbf{MH}$	214
5.4 Foyer et directrice d'une conique	214

a. Cas de l'ellipse	214
b. Cas de l'hyperbole	215
5.5 Construction de la tangente à une conique	215
a. Le théorème	215
b. L'observation par XCAS	215
c. La preuve par XCAS	217
5.6 Activités géométriques sur les paraboles	218
a. Tracé d'une parabole à la règle et au compas	218
b. Pourquoi les antennes paraboliques sont-elles paraboliques?	219
5.7 Coniques et cônes	220
a. Section d'un cône par un plan d'équation $x = t$	221
b. Section d'un cône par un plan d'équation $x = t + k \cdot z$	222
THÈME 6 : SÉRIES DE FOURIER	225
6.1 Exploration	225
6.2 Interprétation physique	228
6.3 Phénomène de Gibbs	229
THÈME 7 : MUSIQUE	235
7.1 Construction d'une gamme avec Scilab	235
a. Génération de gammes candidates	235
b. Élimination des permutations circulaires de colonnes	236
c. Fonction principale : mode d'emploi	237
7.2 Fabrication de sons	238
THÈME 8 : CARRÉS MAGIQUES	241
THÈME 9 : CODES CORRECTEURS D'ERREURS	247
9.1 Méthode naïve	248
a. Liste des éléments de $\mathbb{F}_2^k$	248
b. Distance de Hamming	248
c. La procédure de test et de correction	249
d. Code t -correcteur	251
9.2 Codes cycliques et polynôme générateur	253
9.3 Corps de Galois - Création de polynômes générateurs	255
THÈME 10 : SURFACES DONT LA PROJECTION EST IMPOSÉE	259
10.1 Introduction	259
10.2 Construction du polynôme adapté	260
a. Définition mathématique	260
b. Construction informatique	260
10.3 Définition semi-algébrique d'un polygone convexe régulier	262
a. Le polygone a un nombre pair de côtés	262
b. Le polygone a un nombre impair de côtés	263
c. Traduction informatique	264
10.4 Construction de l'ensemble algébrique à partir de la définition semi-algébrique	265

Table des matières

a. Carré	265
b. Hexagone	266
10.5 Prolongements	267
THÈME 11 : TACHES DES ANIMAUX	269
11.1 Introduction	269
11.2 Affichage des données	270
11.3 Construction sur un rectangle	273
11.4 Construction sur un tore	276
11.5 Construction sur un cylindre	277
 Partie IV ANNEXES	 279
TABLEAUX COMPARATIFS	281
BIBLIOGRAPHIE	289
INDEX GÉNÉRAL	291
INDEX DES COMMANDES	297

Remerciements

Je remercie chaleureusement Bernard PARISSE, d'une part pour développer de manière si active le logiciel **XCAS**, et d'autre part pour avoir bien voulu relire et améliorer bon nombre des algorithmes présents dans cet ouvrage.

Je tiens également à m'excuser auprès de Claire, Marie, François, Suzanne et Rose à qui j'ai tourné le dos tant de jours pour faire face à mon écran et les remercie pour leur patience.

Guillaume CONNAN

