

TABLE DES MATIÈRES

NOTATIONS	XVII
---------------------	------

PREMIÈRE PARTIE

INTRODUCTION À LA PROGRAMMATION NON LINÉAIRE

CHAPITRE I — Généralités. Rappels	3
I.1 Problème général de la programmation non linéaire	3
I.2 Méthodes d'approche théorique	4
I.3 Aspect pratique du problème	6
I.4 Définition et calcul du gradient	6
I.5 Rappel sur les matrices définies positives	8
I.6 Ensembles et fonctions convexes	12
CHAPITRE II — Recherche d'un minimum sans contrainte	16
II.1 Condition du premier ordre	16
II.2 Condition du deuxième ordre	17
II.3 Fonctions convexes	17
II.4 Application aux fonctions quadratiques	18
II.5 Méthodes itératives de recherche	19
II.5.1 Principe	19
II.5.2 Méthode du gradient	20
II.5.3 Méthode de Newton	21
II.6 Convergence des méthodes itératives	22
II.6.1 Théorie générale	22
II.6.2 Convergence finale des méthodes du gradient et de Newton	23
II.6.3 Choix de la constante d'itération	26
II.6.4 Arrêt de l'itération	29

CHAPITRE V — Algorithmes de recherche d'un minimum en présence de contraintes	
inégalité	70
V.1 Minimum d'une fonction unimodale monovariable	70
V.1.1 Définition des fonctions unimodales	70
V.1.2 Établissement de l'algorithme optimal	71
V.1.3 Relation avec la suite de Fibonacci	74
V.1.4 Mise en œuvre de l'algorithme	74
V.1.5 Extension au cas multivariable	77
V.2 Méthode du gradient	77
V.2.1 Position théorique du problème	77
V.2.2 Principe de la méthode de résolution	79
V.2.3 Choix de la direction du pas d'itération	79
V.2.4 Choix de la longueur du pas	81
V.2.5 Mise en œuvre pratique	82
V.3 Application des fonctions de pénalisation	86
V.4 Programmation linéaire	87
V.4.1 Problème de la programmation linéaire	87
V.4.2 Application des résultats théoriques généraux	88
V.4.3 But de l'algorithme du simplexe	89
V.4.4 Forme simpliciale	90
V.4.5 Passage d'une forme simpliciale à une autre	91
V.4.6 Arrêt de l'itération	93
V.4.7 Mise en œuvre pratique de la méthode du simplexe	96
V.4.8 Notion de dualité en programmation linéaire	98
V.4.9 Extension de l'algorithme du simplexe	99
V.5 Utilisation des machines à calculer analogiques	99
V.5.1 Conditions théoriques	100
V.5.2 Contraintes égalité seules	100
V.5.3 Contraintes inégalité	102
V.5.4 Méthode de Newton	103
 CHAPITRE VI — Recherche d'un minimum en présence de bruit	 105
VI.1 Formulation du problème	105
VI.2 Conditions théoriques d'optimalité	106
VI.3 Principe des méthodes itératives	107
VI.3.1 Cas régulier	107
VI.3.2 Cas séquentiel	108

VI.4 <i>Analyse des algorithmes stationnaires</i>	108
VI.4.1 Cas régulier. Méthode du gradient	108
VI.4.2 Cas séquentiel. Méthode du gradient	111
VI.4.3 Compromis précision-convergence	114
VI.5 <i>Algorithmes non stationnaires</i>	115
VI.5.1 Principe	115
VI.5.2 Variation optimale de k	115
VI.5.3 Relation avec la série harmonique.	117
VI.5.4 Extension au cas multivariable	118
VI.6 <i>Conditions théoriques de convergence</i>	118
VI.6.1 Définition de la convergence	118
VI.6.2 Relation avec les méthodes d'approximation stochastique	120
VI.6.3 Conditions théoriques de convergence	120
VI.6.4 Application à l'algorithme séquentiel	121
VI.6.5 Principaux résultats	122
Bibliographie de la première partie	124

DEUXIÈME PARTIE

APPLICATION À LA COMMANDE NUMÉRIQUE OPTIMALE DES PROCESSUS DÉTERMINISTES

CHAPITRE VII — Conditions théoriques d'optimalité	129
VII.1 <i>Définition du problème</i>	129
VII.2 <i>Conditions nécessaires d'optimalité</i>	130
VII.2.1 Instant courant	131
VII.2.2 Instant initial	131
VII.2.3 Instant terminal	131
VII.2.4 Conclusion	132
VII.3 <i>Relation avec le principe du maximum</i>	132
VII.4 <i>Conditions nécessaires et suffisantes d'optimalité</i>	135
VII.4.1 Problèmes convexes	136
VII.4.2 Systèmes et critères linéaires par rapport à l'état	137
VII.4.3 Conclusion	138
CHAPITRE VIII — Recherche pratique d'une solution optimale	139
VIII.1 <i>Introduction</i>	139

VIII.2 <i>Intégration des équations à caractère récurrent.</i>	141
VIII.2.1 Résolution sens direct	141
VIII.2.2 Résolution sens rétrograde	143
VIII.2.3 Cas particulier	145
VIII.2.4 Exemple	146
VIII.3 <i>Problèmes posés par les conditions aux limites</i>	148
VIII.3.1 Introduction	148
VIII.3.2 Méthode de la fonction d'écart	149
VIII.3.3 Cas des états initial et final imposés	151
VIII.3.4 Cas d'une contrainte globale	151
VIII.3.5 Conclusion	153
VIII.3.6 Exemple	153
VIII.4 <i>Solution itérative globale</i>	155
VIII.4.1 Principe	155
VIII.4.2 Résolution	156
VIII.4.3 Mise en œuvre	157
VIII.5 <i>Recherche directe d'une commande optimale.</i>	158
VIII.5.1 Principe	158
VIII.5.2 Calcul du gradient d'un critère terminal	159
VIII.5.3 Calcul du gradient d'un critère global	161
VIII.5.4 Calcul du gradient d'une contrainte instantanée	162
VIII.5.5 Mise en œuvre	162
VIII.5.6 Recherche d'une solution admissible initiale	163
VIII.6 <i>Utilisation des fonctions de pénalisation.</i>	165
VIII.6.1 Principe	165
VIII.6.2 Application.	166
VIII.7 <i>Comparaison des méthodes.</i>	169
CHAPITRE IX — <i>Synthèse d'un système de commande numérique</i>	170
IX.1 <i>Problème de la synthèse</i>	170
IX.2 <i>Système de commande en boucle ouverte</i>	171
IX.3 <i>Système de commande en boucle fermée périodiquement</i>	175
IX.3.1 Tabulation du vecteur adjoint	175
IX.3.2 Résolution du problème aux limites	177
IX.3.3 Résolution directe	177
IX.4 <i>Système de commande en boucle fermée</i>	179

IX.5 Structure pseudo-optimale : guidage-stabilisation	180
IX.5.1 Synthèse classique	181
IX.5.2 Linéarisation du processus et développement limité du critère.	181
IX.5.3 Linéarisation du processus et utilisation d'un critère secondaire	182
IX.5.4 Linéarisation de la fonction de commande	182
Bibliographie de la deuxième partie.	184

TROISIÈME PARTIE

APPLICATION À DES PROBLÈMES PARTICULIERS

CHAPITRE X — Optimisation des processus statiques	187
X.1 Définition du problème	187
X.2 Principe de la solution	188
X.2.1 Solution avec des perturbations continues.	188
X.2.2 Solution avec des perturbations séquentielles	191
X.3 Systèmes interconnectés	192
X.3.1 Définition d'un système interconnecté	193
X.3.2 Conditions nécessaires pour le système total.	193
X.3.3 Première méthode	194
X.3.4 Seconde méthode	195
X.3.5 Comparaison et interprétation des méthodes	197
X.3.6 Exemple	198
CHAPITRE XI — Identification paramétrique des processus	201
XI.1 Position du problème	202
XI.1.1 Définition	202
XI.1.2 Critères d'identification	203
XI.2 Résolution	204
XI.2.1 Principe	204
XI.2.2 Calcul du gradient	205
XI.2.3 Calcul des dérivées secondes	208
XI.2.4 Exemples	210
XI.3 Précision	214
XI.3.1 Définition du problème	214
XI.3.2 Erreur d'estimation	214
XI.3.3 Cas d'un bruit pseudo-blanc	216

XI.3.4	Combinaison linéaire optimale	216
XI.3.5	Erreur sur le critère	217
XI.4	<i>Influence de l'entrée</i>	218
XI.4.1	Notion d'entrée optimale	218
XI.4.2	Recherche d'une entrée optimale	219
XI.4.3	Recherche dans une classe donnée	220
XI.4.4	Influence de l'intervalle d'identification	221
CHAPITRE XII	Optimisation paramétrique des systèmes de commande	222
XII.1	<i>Position du problème</i>	222
XII.2	<i>Calcul du gradient du critère</i>	223
XII.3	<i>Calcul des fonctions de sensibilité</i>	224
XII.3.1	Cas général	225
XII.3.2	Cas linéaire stationnaire	226
XII.4	<i>Principales étapes de la synthèse</i>	228
XII.5	<i>Application à l'auto-optimisation et l'auto-adaptation</i>	228
CHAPITRE XIII	Applications de la programmation linéaire à la commande numérique des processus linéaires	231
XIII.1	<i>Généralités</i>	231
XIII.2	<i>Synthèse d'une loi de commande optimale</i>	232
XIII.2.1	Définition du problème	232
XIII.2.2	Mise sous forme de programme linéaire	233
XIII.2.3	Mise en œuvre pratique	234
XIII.2.4	Exemple	235
XIII.3	<i>Synthèse d'un système de commande linéaire</i>	237
XIII.3.1	Définition du problème	237
XIII.3.2	Rappel sur les filtres à temps de réponse fini	238
XIII.3.3	Principe de la synthèse	242
XIII.3.4	Mise en œuvre pratique	243
XIII.3.5	Exemple	244
	Bibliographie de la troisième partie	249

QUATRIÈME PARTIE

PROBLÈMES D'APPLICATION

PROBLÈME n° 1. — <i>Minimum d'une fonction quadratique avec contraintes</i> . . .	254
PROBLÈME n° 2. — <i>Système linéaire discret et critère quadratique</i>	259
PROBLÈME n° 3. — <i>Processus linéaire du second ordre, critère « consommation »</i> . . .	267
PROBLÈME n° 4. — <i>Processus non linéaire, critère terminal</i>	277
PROBLÈME n° 5. — <i>Synthèse d'un système de commande numérique linéaire</i> . . .	290
PROBLÈME n° 6. — <i>Lissage exponentiel</i>	298

ANNEXE

Résolution d'un système d'équations linéaires par la méthode de Choleski. . . .	303
Index alphabétique.	309