

$$\hat{\sigma}_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X}_1)^2}{n_1 - 1} \quad \text{et} \quad \frac{\sum_{j=1}^{n_2} (X_j - \bar{X}_2)^2}{n_2 - 1}$$

Yadolah Dodge

$$S_1 = \sqrt{S_1^2} \quad \text{et} \quad S_2 = \sqrt{S_2^2}$$

Optimisation appliquée



$$\hat{\sigma}_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X}_1)^2}{n_1 - 1}$$

$$S_1 = \sqrt{S_1^2}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} X_i}{n_1}$$



Springer

Table des matières

1	Prologue	1
1.1	Introduction	1
1.2	Programmation mathématique	4
1.3	Les programmes linéaires	5
2	Préliminaires	7
2.1	Introduction	7
2.2	Logiciel Microsoft Excel	8
2.3	Les fonctions dans Excel	10
2.4	Matrices	11
2.5	Opérations élémentaires sur les matrices	12
2.6	Les différents types de matrices	14
2.7	Trace d'une matrice carrée	15
2.8	Déterminant	15
2.9	Inverse d'une matrice	18
2.10	Calcul de l'inverse d'une matrice carrée	18
2.11	Rang d'une matrice	20
2.12	Transformations élémentaires	21
2.13	Systèmes d'équations linéaires	22
2.14	Utilisation de l'outil Solveur	26
2.15	Dépendance linéaire	30
2.16	Bases et espaces vectoriels	33
2.17	Convexité	39
2.18	Inéquations linéaires	42
2.19	Exercices	48

3	Optimisation classique	51
3.1	Introduction	51
3.2	Optimisation classique sans contrainte	52
3.3	Optimisation classique avec contraintes	70
3.4	Exercices	84
4	Programmation linéaire	89
4.1	Introduction	89
4.2	Problèmes de programmation mathématique	89
4.3	Problèmes de programmation linéaire	90
4.4	Les différents types de solutions d'un problème de programmation linéaire	100
4.5	Conclusion	106
4.6	Exercices	107
5	La méthode du simplexe	111
5.1	Introduction	111
5.2	Formulation du problème	111
5.3	Caractérisation des solutions du problème	119
5.4	Recherche d'une solution optimale	122
5.5	Tableaux du simplexe et procédure de calcul	138
5.6	Recherche d'une solution réalisable de base initiale	148
5.7	La méthode du big M	150
5.8	La méthode des deux phases	159
5.9	Utilisation du Solveur Excel	172
5.10	Exercices	175
6	Le simplexe révisé	183
6.1	Introduction	183
6.2	Factorisation de l'inverse d'une matrice	184
6.3	Première formulation	186
6.4	Deuxième formulation	193
6.5	Exercices	203
7	La dualité	205
7.1	Introduction	205
7.2	Un exemple de programme linéaire dual	205

7.3	Relations entre le primal et le dual d'un problème de programmation linéaire	208
7.4	Propriétés fondamentales des problèmes de dualité	215
7.5	Interprétation économique des variables duales	218
7.6	L'algorithme dual du simplexe	220
7.7	Exercices	223
8	Postoptimisation et analyse de sensibilité	225
8.1	Introduction	225
8.2	Changements ponctuels parmi les paramètres a_{ij} , b_j et c_j	226
8.2.1	Modification de \mathbf{c} en \mathbf{c}^*	226
8.2.2	Modification du vecteur des contraintes \mathbf{b} en \mathbf{b}^*	231
8.2.3	Modification d'un vecteur hors-base \mathbf{a}_j en \mathbf{a}_j^*	233
8.3	Changements continus parmi les paramètres a_{ij} , b_j et c_j	234
8.3.1	Changement continu de \mathbf{c} en \mathbf{c}^*	235
8.3.2	Changement continu de \mathbf{b} en \mathbf{b}^*	238
8.4	Changements structurels	238
8.4.1	Introduction ou suppression de variables	239
8.4.2	Introduction ou suppression d'une contrainte	240
8.5	Exercices	241
9	Problème de transport	245
9.1	Introduction	245
9.2	Formulation du problème de transport	245
9.3	Équations	246
9.4	Exemple illustratif	247
9.5	Résolution du problème	249
9.6	Boucles et dépendances linéaires	250
9.7	Recherche de la solution réalisable de base initiale	251
9.8	Remarques	264
9.9	Optimisation de la solution	265
9.10	Exercices	271
10	Épilogue	275
10.1	Historique	275
10.2	Algorithme de Khachian	278
10.2.1	L'algorithme de la méthode de Khachian pour IL	280
10.2.2	Interprétation graphique	285

10.2.3	L'algorithme de Shor-Khachian en programmation linéaire	288
10.3	Algorithme de Karmarkar	294
10.4	Conclusion	296
11	Solutions des exercices	299
11.1	Chapitre 2	299
11.2	Chapitre 3	303
11.3	Chapitre 4	307
11.4	Chapitre 5	310
11.5	Chapitre 6	314
11.6	Chapitre 7	315
11.7	Chapitre 8	316
11.8	Chapitre 9	319
Bibliographie		323
Index		329