
TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I INTRODUCTION

| | | |
|---------------|---|-----------|
| I | LE CHAMP DE LA GESTION DE LA PRODUCTION ET DES FLUX | 41 |
| I.1 | Définitions | 41 |
| I.1.1 | Production et chaîne logistique | 41 |
| I.1.2 | Gestion de la production et des flux | 44 |
| I.1.21 | L'approche retenue | 44 |
| I.1.22 | Typologies décisionnelles | 44 |
| I.2 | Typologie des systèmes productifs | 47 |
| I.2.1 | Production pour stock ou production à la commande | 47 |
| I.2.11 | Définition des productions à la commande ou pour stock | 48 |
| I.2.12 | Principales conséquences de cette typologie | 49 |
| I.2.2 | Principaux modes d'organisation de la production | 50 |
| I.2.21 | Organisation de type «série unitaire» | 50 |
| I.2.211 | Définition | 50 |
| I.2.212 | Ressources mobilisées | 51 |
| I.2.213 | Ordonnancement | 51 |
| I.2.22 | Organisation en ateliers spécialisés | 51 |
| I.2.221 | Définition | 51 |
| I.2.222 | Ressources mobilisées | 53 |
| I.2.223 | Ordonnancement | 53 |
| I.2.23 | Organisation en ligne de production ou d'assemblage | 53 |
| I.2.231 | Définition | 53 |
| I.2.232 | Ressources mobilisées | 54 |
| I.2.233 | Ordonnancement | 58 |
| I.2.24 | Les industries de process | 58 |
| I.2.25 | Remarques | 59 |
| I.2.251 | La technologie de groupe | 59 |
| I.2.252 | Le choix économique entre ligne de production et ateliers spécialisés | 60 |
| I.2.253 | Liaison entre le marché et l'organisation de la production | 61 |
| I.2.3 | L'entreprise de réseau | 62 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| I.2.31 | Définition de l'entreprise de réseau et généralité du concept | 62 |
| I.2.32 | Le particularisme des entreprises de réseau «au sens strict» | 63 |
| I.2.321 | Satisfaction de demandes très fortement cycliques et aléatoires | 63 |
| I.2.322 | Importance de la standardisation des ressources physiques | 64 |
| I.2.323 | Importance de la coordination dans la programmation | 65 |
| I.2.324 | Importance des degrés de liberté dans la localisation de certains traitements | 66 |
| I.3 | Le processus au cœur de l'analyse de la production | 67 |
| I.3.1 | Identification des processus | 69 |
| I.3.2 | Transformation des processus | 70 |
| I.3.21 | Le kaizen | 70 |
| I.3.22 | Le reengineering | 72 |
| II | L'APPROCHE ÉCONOMIQUE DE LA GESTION DE LA PRODUCTION ET DES FLUX | 74 |
| II.1 | L'éclairage économique de la prise de décision | 74 |
| II.1.1 | Appel à l'instrumentation comptable | 74 |
| II.1.11 | L'approche du coût de revient complet | 75 |
| II.1.12 | Le coût fixe et le coût variable | 77 |
| II.1.13 | Le coût préétabli et le coût réel | 78 |
| II.1.2 | Critères d'élaboration d'indicateurs économiques | 80 |
| II.1.21 | Principe de contrôlabilité | 80 |
| II.1.211 | Structuration des décisions contrôlées | 80 |
| II.1.212 | Contrôlabilité et évaluation des acteurs | 81 |
| II.1.213 | La contrôlabilité du système d'évaluation | 82 |
| II.1.22 | Principe de non-universalité | 83 |
| II.1.23 | Principe d'agrégativité | 83 |
| II.1.231 | Agrégativité dans l'espace du système productif | 83 |
| II.1.232 | Agrégativité dans le temps | 85 |
| II.1.232a | La logique de l'agrégation dans le temps | 85 |
| II.1.232b | Problèmes concrets posés par l'application du principe | 87 |
| II.1.24 | Agrégativité dans l'espace des produits | 90 |
| II.2 | Mise en place de tableaux de bord | 90 |
| II.2.1 | Positionnement temporel de l'indicateur par rapport à la décision | 91 |
| II.2.2 | Relations causales entre indicateurs et décisions | 91 |
| II.2.3 | Plus-value informationnelle d'un indicateur | 92 |
| II.2.4 | L'incidence du temps dans la définition des indicateurs | 93 |
| II.2.5 | Interprétation de l'indicateur et de ses variations | 93 |
| II.2.6 | Cohérence spatiale et temporelle des tableaux de bord | 94 |
| III | PLAN DE L'OUVRAGE | 95 |
| III.1 | Définition d'un fil directeur | 95 |
| III.2 | L'architecture retenue | 96 |

CHAPITRE II

LA DÉTERMINATION DU PORTEFEUILLE DE PRODUITS

| | | |
|----------------|--|------------|
| I | LA RECHERCHE DE PRODUITS NOUVEAUX | 99 |
| I.1 | Le processus d'introduction de produits nouveaux | 100 |
| I.2 | La définition de produits nouveaux | 101 |
| I.3 | Analyse de la variété des produits | 102 |
| I.3.1 | Les formes de la variété | 102 |
| I.3.2 | Les coûts de la variété | 105 |
| I.4 | L'analyse des besoins | 107 |
| II | LA CONDUITE DES ACTIVITÉS DE CONCEPTION | 109 |
| II.1 | Les instrumentations du développement de produits nouveaux | 109 |
| II.1.1 | L'analyse de la valeur (AV) | 110 |
| II.1.2 | Le Quality Function Deployment (QFD) | 111 |
| II.1.3 | Le Design For Manufacturing (DFM) | 115 |
| II.1.4 | Le pilotage des projets de développement par la gestion de projet | 117 |
| II.2 | L'éclairage économique des décisions de conception | 118 |
| II.2.1 | La vision du coût sur le cycle de vie | 118 |
| II.2.2 | Les approches en termes de flux de trésorerie | 121 |
| II.2.3 | Les approches en termes du coût-objectif | 122 |
| II.2.4 | Problèmes méthodologiques posés par l'évaluation d'un projet de conception et développement d'un produit nouveau sur son cycle de vie ... | 124 |
| II.2.41 | Problèmes de cohérence temporelle des décisions | 124 |
| II.2.411 | Le coût de conception du produit et de son processus de fabrication | 124 |
| II.2.412 | Le coût des équipements utilisés | 125 |
| II.2.413 | Le coût des composants utilisés | 127 |
| II.2.42 | Problèmes liés au caractère ex-ante de l'évaluation économique | 129 |
| II.2.421 | Impact de l'incertitude sur la construction de l'échéancier des coûts engagés .. | 129 |
| II.2.422 | L'appel à un double niveau de modélisation | 130 |
| III | ANALYSE ÉCONOMIQUE DE LA STANDARDISATION DES PRINCIPAUX ORGANES DANS LES INDUSTRIES DE PRODUCTION DE MASSE..... | 133 |
| III.1 | Les origines de la standardisation | 134 |
| III.2 | Vers une optimisation de la standardisation | 134 |
| III.2.1 | Présentation du modèle de base | 135 |
| III.2.2 | Utilisation de cette approche optimisatrice | 140 |

CHAPITRE III

ANALYSE ET CHOIX DE PROJETS D'INVESTISSEMENT

| | | |
|-----------------|---|------------|
| I | PRÉSENTATION DES DÉCISIONS STRATÉGIQUES ET DES TECHNIQUES DE MODÉLISATION DU FONCTIONNEMENT D'UN SYSTÈME PRODUCTIF | 143 |
| I.1 | Décisions stratégiques relatives aux ressources permanentes ... | 144 |
| I.1.1 | Sous-traitance et approvisionnement | 144 |
| I.1.2 | Équipements | 145 |
| I.1.3 | Personnel | 145 |
| I.1.4 | Informations | 146 |
| I.1.5 | Flexibilité physique et flexibilité organisationnelle | 147 |
| I.2 | La modélisation du fonctionnement d'un système productif | 147 |
| I.2.1 | Les outils de simulation de processus | 148 |
| I.2.11 | Les principes de fonctionnement des logiciels de simulation de processus . | 148 |
| I.2.12 | Exemple | 152 |
| I.2.2 | Vision systémique du fonctionnement du système productif | 155 |
| I.2.3 | Les outils de cartographie de processus | 160 |
| I.2.4 | L'amélioration d'un processus | 167 |
| II | L'ANALYSE D'UN PROJET D'INVESTISSEMENT | 170 |
| II.1 | L'analyse physique d'un projet d'investissement | 170 |
| II.1.1 | L'origine d'un dossier d'investissement | 170 |
| II.1.2 | L'instruction du dossier d'investissement | 171 |
| II.1.21 | La nécessaire prise en compte des mécanismes de propagation | 172 |
| II.1.22 | Les phases de la transformation du processus | 173 |
| II.2 | L'analyse économique d'un projet d'investissement | 174 |
| II.2.1 | Le système de coûts à utiliser | 174 |
| II.2.11 | Multiplicité des points de vue et donc des conventions de comptabilité de gestion possibles | 174 |
| II.2.12 | Conventions comptables et cohérence temporelle des décisions | 176 |
| II.2.2 | Détermination des flux nets de trésorerie (FNT) à prendre en compte dans les bilans actualisés | 176 |
| II.2.21 | Le principe du bilan différentiel | 177 |
| II.2.22 | La traduction comptable des flux de trésorerie | 177 |
| II.2.221 | Les flux nets de trésorerie décrits à travers le compte de résultat | 178 |
| II.2.222 | Les flux nets de trésorerie décrits à travers le bilan | 181 |
| II.2.23 | La prise en compte de l'inflation | 182 |
| II.2.231 | Le raisonnement en euros courants | 182 |
| II.2.232 | Le raisonnement en euros constants | 183 |
| II.2.233 | Le raisonnement à prix constants | 185 |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| II.3 | Les analyses de sensibilité du projet d'investissement | 185 |
| II.3.1 | Présentation du problème | 185 |
| II.3.2 | Systématisation de l'analyse de sensibilité en univers certain | 187 |
| II.3.3 | Analyse de sensibilité en univers aléatoire | 190 |
| II.3.4 | Optimisation de certains paramètres en univers aléatoire | 196 |
| III | LA DÉTERMINATION DU PROGRAMME OPTIMAL D'INVESTISSEMENT | 199 |
| III.1 | Critères de comparaison des projets d'investissement | 200 |
| III.1.1 | Jugement des règles de choix proposées par les praticiens et les économistes | 200 |
| III.1.11 | Règles de bon sens auxquelles devraient obéir les critères de choix. | 200 |
| III.1.12 | Rejet des règles empiriques utilisées par certains praticiens | 201 |
| III.1.121 | Critère du délai de récupération | 201 |
| III.1.122 | Critère de la recette moyenne par euro engagé | 201 |
| III.1.123 | Critère du revenu moyen sur valeur comptable de l'investissement | 202 |
| III.1.13 | Critères proposés par les économistes | 202 |
| III.1.131 | Le Flux Net de Trésorerie Actualisé (FNNTA) | 202 |
| III.1.132 | Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) | 203 |
| III.1.2 | Problèmes posés par l'actualisation | 203 |
| III.1.21 | Signification de l'actualisation | 204 |
| III.1.211 | Prise en compte d'une incertitude qui croît avec l'éloignement de l'horizon économique considéré | 204 |
| III.1.212 | Introduction de la préférence de temps | 205 |
| III.1.213 | Alternatives possibles dans l'utilisation des capitaux | 205 |
| III.1.22 | Détermination du taux d'actualisation de référence | 205 |
| III.1.221 | Importance du problème | 205 |
| III.1.222 | Détermination du taux d'actualisation de référence | 206 |
| III.1.223 | Impact de l'approche de l'analyse des projets par le bilan différentiel sur la rentabilité du programme d'investissement | 209 |
| III.2 | Problèmes méthodologiques posés par la comparaison de deux projets | 210 |
| III.2.1 | Homogénéité des FNNTA calculés | 210 |
| III.2.11 | Possibilité de retenir un projet ayant une rentabilité absolue négative | 210 |
| III.2.12 | Possibilité d'«engraisser» un projet très rentable | 210 |
| III.2.13 | Impossibilité de comparer directement certains projets | 211 |
| III.2.2 | Prise en compte de l'inégalité des durées de vie des projets | 211 |
| III.2.21 | Réinvestissement dans le même projet | 212 |
| III.2.22 | Réinvestissement dans un «projet moyen» | 213 |
| III.2.23 | Horizon économique borné arbitrairement | 214 |
| III.3 | La définition du programme optimal d'investissement par la programmation linéaire | 216 |
| III.3.1 | Les contraintes de dépendance réciproque des projets | 217 |
| III.3.11 | Exclusion | 217 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| III.3.12 | Réalisation conditionnelle | 217 |
| III.3.13 | Synergie | 218 |
| III.3.2 | Les contraintes portant sur l'ensemble du programme | 218 |
| III.3.21 | Contraintes de trésorerie | 218 |
| III.3.22 | Contraintes physiques | 219 |
| III.3.23 | Remarques | 220 |
| III.3.231 | Permutation possible du rôle de certaines contraintes et de la fonction-objectif | 220 |
| III.3.232 | Analyse multicritère et programmation linéaire | 220 |
| III.3.233 | Prise en compte du risque | 221 |
| III.3.234 | Raisons de la faible diffusion de l'approche rigoureuse du choix du portefeuille d'investissement | 221 |
| III.4 | Exemples d'application de la démarche de détermination du portefeuille optimal d'investissement | 223 |
| III.4.1 | Choix du programme optimal en univers certain | 224 |
| III.4.11 | Programmation mathématique et taux d'actualisation prédéfini | 224 |
| III.4.12 | Programmation linéaire et mathématique et taux d'actualisation égal au TRI du projet marginal | 224 |
| III.4.13 | Programmation linéaire et critère du TRI maximal du budget investi | 225 |
| III.4.2 | Choix du programme optimal en univers aléatoire | 226 |
| IV | QUELQUES COMPOSANTES TECHNICO-ÉCONOMIQUES DE LA RENTABILITÉ DES PROJETS D'INVESTISSEMENT..... | 228 |
| IV.1 | L'implantation des centres de production | 228 |
| IV.1.1 | La localisation optimale des ateliers spécialisés | 229 |
| IV.1.11 | Présentation simplifiée du problème | 229 |
| IV.1.111 | Exemple introductif | 229 |
| IV.1.112 | Recherche d'une meilleure localisation | 231 |
| IV.1.12 | Présentation d'un problème réel | 233 |
| IV.2 | Détermination de la durée de vie optimale d'un équipement | 234 |
| IV.2.1 | Détermination de la durée de vie optimale en univers certain | 235 |
| IV.2.11 | Critères de détermination de la durée de vie optimale | 235 |
| IV.2.12 | Détermination de la durée de vie optimale dans le cas d'un remplacement à l'identique | 237 |
| IV.2.121 | Cas d'un horizon limité | 237 |
| IV.2.121a | Exemple introductif | 237 |
| IV.2.121b | Solution analytique | 237 |
| IV.2.121c | Résolution numérique de l'exemple introductif | 238 |
| IV.2.122 | Cas de l'horizon infini | 238 |
| IV.2.122a | Exemple numérique | 238 |
| IV.2.122b | Solution analytique | 239 |
| IV.2.122c | Solution de l'exemple numérique | 240 |
| IV.2.122d | Remarques | 240 |
| IV.2.13 | Détermination de la date de déclassement optimale | 242 |
| IV.2.131 | Exemple introductif | 242 |
| IV.2.132 | Solution | 242 |
| IV.2.2 | Détermination de la durée de vie optimale en univers aléatoire | 243 |
| IV.2.21 | Le problème posé | 243 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| IV.2.22 | Détermination de la loi de durée de vie d'un composant | 244 |
| IV.2.221 | Estimation de la loi de durée de vie | 244 |
| IV.2.221a | Estimation à partir des fréquences observées | 245 |
| IV.2.221b | Utilisation de la fonction de hasard cumulée | 247 |
| IV.2.23 | Détermination de la durée de vie optimale | 249 |
| IV.2.231 | Détermination de l'espérance mathématique du coût de remplacement d'un composant au cours d'une période | 250 |
| IV.2.231a | Détermination de la probabilité P _{2s} qu'une panne de rang 2 se produise à la période s | 252 |
| IV.2.231b | Détermination de la probabilité P _{3s} qu'une panne de rang 3 se produise au cours de la période s | 253 |
| IV.2.231c | Cas général | 254 |
| IV.2.231d | Calcul de l'espérance mathématique du nombre de composants à changer au cours d'une période | 254 |
| IV.2.232 | Détermination de la durée de vie optimale | 255 |
| IV.2.233 | Le problème de la dispersion des résultats | 256 |
| IV.2.233a | Calcul de σ^2 | 256 |
| IV.2.233b | Analyse des résultats | 258 |

CHAPITRE IV

GESTION DE PROJET

| | | |
|---------------|--|------------|
| I | PRÉSENTATION DE LA GESTION DE PROJET | 259 |
| I.1 | Définition et caractérisation | 259 |
| I.2 | Typologie des projets | 262 |
| I.2.1 | Typologie des projets selon leur objet | 262 |
| I.2.11 | Les projets de production unitaire | 262 |
| I.2.12 | Les projets de conception de produits nouveaux | 263 |
| I.2.13 | Gestion d'opérations exceptionnelles, complexes et d'une certaine envergure | 264 |
| I.2.2 | Typologie des projets en fonction de leur importance économique dans l'entreprise | 264 |
| I.2.3 | Typologie des projets en fonction de leurs clients | 266 |
| I.3 | L'organisation des projets | 267 |
| I.3.1 | Les différentes structurations possibles des projets | 268 |
| I.3.2 | La mise en place de procédures spécifiques | 270 |
| I.3.21 | Nouvelles procédures mises en place dans les projets à rentabilité contrôlée | 270 |
| I.3.22 | Nouvelles procédures mises en place dans les projets à coûts contrôlés | 273 |
| II | LES PROBLÈMES D'ORDONNANCEMENT DE PROJET | 274 |
| II.1 | Exemple introductif | 275 |
| II.2 | L'analyse des projets | 277 |
| II.2.1 | L'organigramme des tâches | 277 |
| II.2.2 | Détermination de la durée d'une tâche | 279 |

| | | |
|-----------------|--|------------|
| II.2.3 | Relations d'antériorité | 282 |
| II.3 | Typologie des problèmes d'ordonnement de projet | 284 |
| II.3.1 | Le critère à optimiser | 284 |
| II.3.2 | La prise en compte explicite d'un certain nombre de contraintes | 285 |
| II.3.21 | Les contraintes potentielles | 285 |
| II.3.211 | Contraintes d'antériorité | 285 |
| II.3.212 | Contraintes de localisation temporelle | 285 |
| II.3.22 | Les contraintes cumulatives | 286 |
| II.3.23 | Les contraintes disjonctives | 286 |
| II.3.3 | Le caractère certain ou non des données utilisées | 287 |
| II.3.4 | La méthode de résolution retenue | 287 |
| III | RECHERCHE D'UN ORDONNEMENT..... | 288 |
| III.1 | Recherche d'un ordonnancement en univers certain avec prise en compte des seules contraintes potentielles | 288 |
| III.1.1 | Recherche d'une solution optimale par la méthode Potentiel-Tâches | 289 |
| III.1.11 | Classement des activités par niveaux | 289 |
| III.1.12 | Le graphe Potentiel-Tâches | 293 |
| III.1.13 | Recherche du chemin critique | 294 |
| III.1.131 | Les conventions de repérage temporel | 295 |
| III.1.132 | Calcul des dates au plus tôt de début et de fin de réalisation des tâches (ordonnement au plus tôt) | 296 |
| III.1.133 | Calcul des dates au plus tard de réalisation des tâches et ordonnancement au plus tard | 298 |
| III.1.14 | Les notions de marge libre et de marge indépendante d'une tâche | 301 |
| III.1.15 | Programmation effective du projet | 303 |
| III.1.16 | Présentation des résultats | 306 |
| III.1.2 | Établissement du graphe Potentiel-Étapes | 307 |
| III.1.3 | Comparaison des deux approches | 311 |
| III.2 | Recherche d'un ordonnancement avec prise en compte de toutes les contraintes | 312 |
| III.2.1 | Critère de la minimisation de la durée d'achèvement du projet | 312 |
| III.2.11 | Les méthodes heuristiques de résolution | 312 |
| III.2.12 | Exemple et limites de la portée des solutions | 315 |
| III.2.13 | La formalisation du problème général par la programmation linéaire | 319 |
| III.2.131 | Prise en compte des contraintes potentielles | 319 |
| III.2.132 | Prise en compte des contraintes disjonctives et cumulatives et des gammes alternatives | 321 |
| III.2.2 | Critère de lissage de charge de ressource(s) | 324 |
| III.2.21 | Le lissage à durée minimale d'exécution du projet | 324 |
| III.2.22 | Le lissage à durée quelconque d'exécution du projet | 324 |
| III.3 | Formulation du problème d'ordonnement en univers aléatoire | 325 |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| III.3.1 | L'approche aléatoire fondée sur le théorème de la limite centrale | 325 |
| III.3.2 | Application de la démarche simulateur fondée sur la méthode de Monte-Carlo | 327 |
| III.3.21 | Démarche suivie | 328 |
| III.3.22 | Exemple numérique | 332 |
| III.4 | Révision de la formulation du problème | 332 |
| III.4.1 | Décomposition de tâches critiques à des fins de chevauchement | 334 |
| III.4.2 | Diminution de la durée de tâches critiques | 335 |
| III.4.21 | Le problème posé | 335 |
| III.4.22 | Exemple d'application | 337 |
| III.4.23 | Algorithme de résolution dans le cadre d'une démarche «manuelle» | 340 |
| III.4.24 | Remarques pratiques | 341 |
| III.4.3 | Impact de l'approche hiérarchique de l'ordonnancement de projet | 341 |
| III.4.31 | La transformation du graphe Potentiel-Taches dans le processus d'agrégation | 342 |
| III.4.32 | Les effets pervers de l'approche hiérarchique | 343 |
| IV | LE SUIVI DU PROJET..... | 343 |
| IV.1 | Le suivi des délais | 344 |
| IV.2 | Le suivi des coûts – contrôle de gestion d'un projet | 346 |
| IV.2.1 | Création du référentiel et détermination de la consommation budgétaire . | 346 |
| IV.2.2 | Analyse des écarts | 348 |
| IV.2.21 | La démarche d'analyse | 349 |
| IV.2.211 | Écart de planning | 351 |
| IV.2.212 | Écart de productivité | 351 |
| IV.2.213 | Remarques | 353 |
| IV.2.22 | Comparaison du contrôle de gestion de projet et le contrôle de gestion classique | 354 |
| IV.2.221 | Une prise en compte différente du temps | 354 |
| IV.2.222 | Une construction différente du référentiel | 355 |
| IV.2.223 | Des périmètres de responsabilité différents | 355 |
| IV.2.224 | La difficile coexistence de plusieurs contrôles de gestion | 356 |

CHAPITRE V

ORDONNANCEMENT EN ATELIERS SPÉCIALISÉS

| | | |
|--------------|---|------------|
| I | INTRODUCTION AUX MODÈLES STATIQUES D'ORDONNANCEMENT | 363 |
| I.1 | Modèles statiques – Cas des coûts de lancement indépendants de l'ordonnancement retenu | 363 |
| I.1.1 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention d'un seul centre de production | 364 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| I.1.11 | L'ordonnancement suivant la règle du temps opératoire minimum (règle TOM) | 364 |
| I.1.111 | Exemple introductif | 364 |
| I.1.112 | Graphique de Gantt | 365 |
| I.1.113 | La règle TOM | 367 |
| I.1.12 | La règle TOM pondéré | 368 |
| I.1.13 | Ordonnancement suivant la règle de la date de livraison minimale | 369 |
| I.1.14 | Ordonnancement suivant la règle de la marge minimale | 371 |
| I.1.15 | Modélisation générale | 371 |
| I.1.2 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention de 2 centres de production | 372 |
| I.1.21 | Cas du même ordre de passage sur les centres de production A et B | 372 |
| I.1.22 | Cas de la non-unicité de l'ordre de passage sur les centres de production A et B | 374 |
| I.1.3 | Ordonnancement de 2 tâches nécessitant l'intervention de m centres de production | 375 |
| I.1.4 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention de m centres de production | 376 |
| I.1.41 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention de 3 centres de production (ordre identique de passage) | 376 |
| I.1.42 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention de m centres de production (ordre identique de passage) | 378 |
| I.1.421 | Le modèle de base | 378 |
| I.1.422 | Prise en compte des temps de montage / démontage dépendants de l'ordre de passage des tâches | 380 |
| I.1.423 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention de m centres de production (ordre identique de passage – sans attente) | 381 |
| I.1.424 | Le flow shop hybride | 383 |
| I.1.5 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention de m centres de production (cheminement libre – open shop) | 384 |
| I.1.6 | Ordonnancement de n tâches nécessitant l'intervention de m centres de production (ordre de passage quelconque) | 385 |
| I.2 | Modèles statiques: cas du coût de lancement total variable avec l'ordonnancement retenu | 388 |
| I.2.1 | Présentation de l'algorithme de Little, Marty, Sweeney & Karel | 390 |
| I.2.11 | Résolution du problème de la première itération | 392 |
| I.2.12 | Résolution du problème de la deuxième itération | 394 |
| I.2.13 | Résolution du problème de la troisième itération | 396 |
| I.2.14 | Résolution du problème de la quatrième itération | 398 |
| I.2.15 | Résolution du problème de la cinquième itération | 399 |
| I.2.16 | Résolution du problème de la sixième itération | 400 |
| I.2.2 | Remarques complémentaires | 401 |
| I.2.21 | Détermination empirique de la tournée | 401 |
| I.2.22 | Détermination optimale de tournées multiples | 402 |
| I.2.23 | Problème stochastique du voyageur de commerce | 402 |
| I.2.24 | Complexité des problèmes concrets | 404 |
| I.3 | Tentative de caractérisation de l'approche statique | 404 |

| | | |
|-------------------|---|------------|
| I.3.1 | Critère d'optimisation | 404 |
| I.3.2 | Liste des hypothèses décrivant le système productif | 405 |
| I.3.3 | Méthodes de résolution | 406 |
| I.3.31 | La méthode Tabou et le Recuit Simulé | 407 |
| I.3.32 | Les algorithmes génétiques | 408 |
| II | L'APPROCHE ALÉATOIRE DYNAMIQUE | 409 |
| II.1 | L'approche par la théorie des files d'attente | 409 |
| II.2 | L'approche simulatoire | 410 |
| II.2.1 | La simulation de systèmes réels | 410 |
| II.2.2 | La simulation de systèmes fictifs | 411 |
| II.2.21 | Le cas des ateliers spécialisés indépendants | 411 |
| II.2.22 | Cas d'une dépendance entre les centres de production | 416 |
| III | PERSPECTIVES ACTUELLES DE L'ORDONNANCEMENT EN ATELIERS SPÉCIALISÉS..... | 416 |
| III.1 | Les approches possibles | 418 |
| III.1.1 | Exemple introductif | 418 |
| III.1.2 | Les solutions possibles | 421 |
| III.1.21 | Placement progressif d'ordres de fabrication | 421 |
| III.1.22 | Placement chronologiquement progressif d'opérations exécutables | 424 |
| III.2 | Définition d'un Système Interactif d'Aide à la Décision de Lancement (SIADL) | 432 |
| III.2.1 | Prise en compte de l'instabilité du problème d'ordonnancement | 433 |
| III.2.2 | Mécanismes de proposition automatique d'un ordonnancement | 436 |
| III.2.21 | Recherche d'un ensemble d'ordonnements admissibles | 437 |
| III.2.22 | Utilisation d'heuristiques | 437 |
| III.2.3 | Système interactif | 440 |
| III.2.4 | Périodicité et horizon de l'ordonnancement | 441 |
| III.2.5 | Critères d'évaluation de l'ordonnancement | 442 |
| III.2.51 | La problématique des critères d'évaluation | 442 |
| III.2.511 | Les indicateurs traditionnels | 442 |
| III.2.512 | Les bases d'un indicateur d'évaluation économique | 443 |
| III.2.512a | Le concept de marge | 443 |
| III.2.512b | Distinction entre charges fixes et charges variables | 444 |
| III.2.512c | Le concept de charge différentielle | 445 |
| III.2.512d | Le concept de valeur ajoutée directe | 446 |
| III.2.512e | L'établissement d'un compte de résultats associé à la décision d'ordonnancement | 446 |
| III.2.52 | Exemple d'évaluation économique d'un ordonnancement | 447 |

CHAPITRE VI

TECHNIQUES DE PLANIFICATION DE LA PRODUCTION

| | | |
|----------------|---|------------|
| I | L'INADÉQUATION DES POLITIQUES «CLASSIQUES» DE GESTION DES STOCKS AU CAS DES STOCKS DE FABRICATION..... | 457 |
| I.1 | Dépendance des demandes des composants dans les stocks de fabrication | 458 |
| I.2 | Irrégularité de la demande | 459 |
| II | LES CONDITIONS PRÉALABLES DE LA MISE EN PLACE D'UNE MRP | 460 |
| II.1 | Existence d'un plan directeur de production | 461 |
| II.2 | Existence d'une nomenclature complète des composants utilisés | 463 |
| II.3 | Existence d'un système d'information fiable sur l'état des stocks | 467 |
| II.4 | Existence d'un fichier des délais d'obtention | 468 |
| II.5 | Existence de gammes et de données sur les capacités des centres de production | 468 |
| II.6 | Existence de fichiers nécessaires à la détermination des priorités | 469 |
| III | LES PRINCIPES DE BASE DE FONCTIONNEMENT DE TOUTE MRP..... | 470 |
| III.1 | Description du mécanisme élémentaire de calcul de la MRP | 470 |
| III.1.1 | Détermination des besoins nets d'un composant | 470 |
| III.1.2 | Détermination de la couverture des besoins nets | 472 |
| III.2 | Utilisation «en cascade» du mécanisme élémentaire de calcul . | 474 |
| III.3 | Détermination des charges découlant du programme de production | 475 |
| III.4 | L'ajustement «charge – capacité» | 481 |
| III.4.1 | Ajustement par les stocks | 482 |
| III.4.2 | Ajustement par adaptation de la capacité | 486 |
| III.4.3 | Remarques | 487 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| IV | REMARQUES COMPLÉMENTAIRES..... | 489 |
| IV.1 | Améliorations des techniques de base de la MRP | 489 |
| IV.1.1 | Introduction d'un stock de sécurité | 489 |
| IV.1.2 | Présentation des règles de lotissement utilisables | 491 |
| IV.2 | Utilisation périodique de la MRP – planification glissante – | 494 |
| IV.3 | Relations entre la MRP et l'ordonnancement | 496 |
| IV.4 | Intégration de la distribution dans la MRP: la DRP | 496 |
| IV.5 | Améliorations possibles de la démarche suivie par la MRP | 497 |
| V | TECHNIQUES DE PLANIFICATION HIÉRARCHISÉE | 498 |
| V.1 | Les fondements de la planification hiérarchisée | 499 |
| V.1.1 | La structuration des produits dans la planification hiérarchisée | 499 |
| V.1.2 | Les avantages offerts par la planification hiérarchisée | 500 |
| V.1.21 | Faible coût de traitement | 501 |
| V.1.22 | Meilleure fiabilité des données | 501 |
| V.1.23 | Facilité d'implémentation | 501 |
| V.2 | Phase 1 des traitements: programmation par type de références | 502 |
| V.3 | Phase 2 des traitements: désagrégation de la programmation par type de références en programmation par famille de références | 503 |
| V.3.1 | Première étape: détermination des familles mises en production | 503 |
| V.3.2 | Deuxième étape: détermination initiale du volume de production des familles de références retenues | 504 |
| V.3.3 | Troisième étape: détermination définitive du volume de production des familles de références retenues | 505 |
| V.3.31 | Cas d'un volume insuffisant de production initialement programmée | 505 |
| V.3.32 | Cas d'un volume excessif de production initialement programmée | 506 |
| V.4 | Phase 3: désagrégation de la programmation par famille de références en programmation par références | 507 |

CHAPITRE VII

LE JUSTE - À - TEMPS

| | | |
|-----------------|--|------------|
| I | L'ENVIRONNEMENT DE PRODUCTION DU JAT..... | 510 |
| II | LE PLAN DIRECTEUR DE PRODUCTION DU JAT | 512 |
| III | LE SYSTÈME KANBAN DE GESTION DES FLUX | 513 |
| III.1 | Les étiquettes de production | 513 |
| III.2 | Étiquettes de fabrication et étiquettes de transfert | 515 |
| III.3 | Détermination du nombre d'étiquettes | 516 |
| III.3.1 | Centre de production ne produisant que cette référence | 516 |
| III.3.11 | Cas d'un lot de production égal à un seul conteneur et d'une utilisation exclusive d'étiquettes de fabrication | 517 |
| III.3.12 | Cas d'un lot de production égal à plusieurs conteneurs et d'une utilisation exclusive d'étiquettes de fabrication | 521 |
| III.3.13 | Cas d'une utilisation simultanée d'étiquettes de fabrication et d'étiquettes de transfert | 522 |
| III.3.2 | Cas de la fabrication de plusieurs références par le même centre de fabrication | 523 |
| III.3.3 | Cas de plusieurs centres de consommation | 524 |
| IV | REMARQUES COMPLÉMENTAIRES..... | 524 |
| IV.1 | L'aménagement de l'espace dans les usines utilisant le JAT | 524 |
| IV.2 | Le JAT en pratique | 525 |
| IV.3 | Comparaison du Juste - À - Temps et de la MRP | 526 |

CHAPITRE VIII

TECHNIQUES AVANCÉES DE PLANIFICATION

| | | |
|--------------|---|------------|
| I | QUELQUES APPLICATIONS DE LA PROGRAMMATION LINÉAIRE À LA DÉFINITION DU PROGRAMME OPTIMAL DE PRODUCTION | 528 |
| I.1 | La modélisation des processus de production par la programmation linéaire | 528 |
| I.1.1 | Les ressources dans la modélisation par la programmation linéaire | 529 |
| I.1.2 | Production de biens et de services | 530 |
| I.2 | Modélisation mono-période des processus productifs | 531 |
| I.2.1 | Centre de production unique | 531 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| I.2.11 | Productions indépendantes faisant appel à des gammes uniques | 532 |
| I.2.111 | Le problème posé | 532 |
| I.2.112 | Exemple d'application | 533 |
| I.2.12 | Productions indépendantes faisant appel à des gammes alternatives | 534 |
| I.2.121 | Le problème posé | 535 |
| I.2.122 | Exemple d'application | 536 |
| I.2.123 | Prise en compte de la polyvalence de certaines ressources | 539 |
| I.2.124 | Détermination simultanée des quantités à produire et des filières de production | 539 |
| I.2.13 | Productions liées de produits faisant appel à des gammes alternatives | 540 |
| I.2.131 | Le problème posé | 540 |
| I.2.132 | Exemple d'application | 542 |
| I.2.14 | Productions liées de prestations de service faisant appel à des gammes alternatives | 544 |
| I.2.15 | Détermination de la gamme optimale associée à la production d'un produit unique | 545 |
| I.2.151 | Le problème posé | 545 |
| I.2.152 | Exemple d'application | 547 |
| I.2.2 | Cas de plusieurs centres de production isolés | 548 |
| I.2.21 | Production à étages | 548 |
| I.2.211 | Cartographie des flux | 548 |
| I.2.212 | Application au cas de plusieurs productions indépendantes fabriquées par des gammes alternatives utilisant plusieurs ressources | 549 |
| I.2.22 | Assignation de «clients» à un centre de production ou de distribution | 552 |
| I.2.221 | Le problème posé | 552 |
| I.2.222 | Exemple d'application | 553 |
| I.3 | Modélisation multi-périodes des processus productifs | 555 |
| I.3.1 | Fonctionnement d'un système productif produisant des flux de production sur plusieurs périodes | 555 |
| I.3.11 | Introduction des équations dynamiques de conservation des stocks pour les ressources stockables | 556 |
| I.3.12 | Définition dynamique des ressources non stockables | 558 |
| I.3.13 | Lissage de la production | 559 |
| I.3.2 | Cas particulier des prestations liées par des contraintes spatio-temporelles | 561 |
| I.3.3 | Problèmes d'ordonnancement | 561 |
| II | APPLICATION DES MÉTHODES GÉNÉRALES DE LA PROGRAMMATION DYNAMIQUE À LA PROGRAMMATION DE LA PRODUCTION ET À LA GESTION DES STOCKS | 562 |
| II.1 | Présentation de la méthode de la programmation dynamique . | 562 |
| II.1.1 | Exemple introductif | 562 |
| II.1.2 | Résolution par la programmation dynamique du problème posé | 563 |
| II.2 | Application de l'algorithme général de la programmation dynamique à la planification de la production et à la gestion des stocks | 567 |

| | | |
|---------|---|-----|
| II.2.1 | Exemple introductif | 567 |
| II.2.2 | Formulation du problème posé en un problème de programmation dynamique | 569 |
| II.2.21 | Variables et paramètres utilisés | 569 |
| II.2.22 | Formulation du programme dynamique | 570 |
| II.2.3 | Résolution numérique de l'exemple introductif | 572 |
| II.2.4 | Horizon de planification et stabilité du programme d'approvisionnement | 573 |
| II.3 | Utilisation d'un algorithme spécifique pour le cas de coûts convexes de livraison et de stockage | 575 |
| II.3.1 | Algorithme à utiliser dans le cas de fonctions de coûts convexe | 576 |
| II.3.2 | Propriétés spécifiques du cas convexe | 579 |
| II.3.21 | Modification des contraintes | 580 |
| II.3.22 | Variations de la demande (théorèmes d'horizon de planification) | 580 |
| II.4 | Utilisation d'un algorithme spécifique pour le cas de coûts concaves de production et de stockage | 582 |
| II.4.1 | Présentation de l'algorithme à utiliser dans le cas concave | 582 |
| II.4.2 | Stabilité du programme de livraison et horizon de planification | 585 |

CHAPITRE IX

LIGNES DE FABRICATION OU D'ASSEMBLAGE

| | | |
|--------|--|-----|
| I | LIGNES DÉDIÉES À LA FABRICATION DE PRODUITS HOMOGENES..... | 591 |
| I.1 | Conception d'une ligne de production ou d'assemblage de produits homogènes | 592 |
| I.1.1 | La problématique de l'équilibrage d'une ligne de fabrication ou d'assemblage | 592 |
| I.1.2 | Formalisation du problème par la programmation mathématique | 594 |
| I.1.3 | Les procédures heuristiques de résolution du problème d'équilibrage de chaîne | 596 |
| I.1.31 | Les algorithmes déterministes | 596 |
| I.1.32 | Les algorithmes stochastiques | 599 |
| I.2 | Ordonnancement sur ligne de production ou d'assemblage de produits homogènes | 599 |
| I.3 | Incidence des aléas sur le fonctionnement de la ligne | 600 |
| I.3.1 | Incidence de l'arrêt d'un poste de travail sur le fonctionnement de la ligne | 600 |
| I.3.2 | Incidence de la prise en compte immédiate des problèmes de qualité sur une ligne de production | 602 |
| I.3.21 | Génération de décyclages lors des retouches en dérivation de la ligne de production | 603 |

| | | |
|---------------|---|------------|
| I.3.22 | L'approche analytique des conséquences du décyclage | 605 |
| I.3.221 | Détermination de la distribution de probabilité du décyclage | 605 |
| I.3.222 | Incidence du décyclage sur les indicateurs de suivi de l'ordonnancement | 608 |
| I.3.223 | Incidence du décyclage sur les stocks de sécurité des modules à assembler | 609 |

| | | |
|-------------|---|------------|
| II | LIGNES DÉDIÉES À LA FABRICATION DE PRODUITS HÉTÉROGÈNES | 611 |
| II.1 | Conception d'une ligne de production ou d'assemblage de produits hétérogènes | 611 |
| II.2 | Ordonnancement sur ligne de production ou d'assemblage de produits hétérogènes | 614 |
| II.3 | Organisation de la réactivité aux aléas de production | 619 |

CHAPITRE X

FONDEMENTS DE LA PRISE DE DÉCISION EN GESTION DES STOCKS

| | | |
|----------------|--|------------|
| I | LE STOCK ET SES FONCTIONS | 622 |
| I.1 | Les fonctions du stock | 622 |
| I.1.1 | Non-coïncidence dans le temps et dans l'espace de la production et de la consommation | 622 |
| I.1.2 | Incertitude | 623 |
| I.2 | Définition du système-stock | 625 |
| I.2.1 | Domaines d'application de la théorie des stocks | 625 |
| I.2.11 | Stocks de biens physiques | 625 |
| I.2.12 | Stock et potentiel de prestations de service à un moment donné | 625 |
| I.2.2 | Analyse du système-stock | 626 |
| I.2.21 | Le stock | 626 |
| I.2.22 | Système d'information | 628 |
| I.2.23 | Système de décision | 628 |
| I.2.24 | Les flux d'entrée | 629 |
| I.2.25 | Les flux de sortie | 630 |
| I.2.251 | Modélisation de la demande | 630 |
| I.2.252 | Demande interne ou externe | 632 |
| I.2.253 | Cas des demandes non satisfaites | 632 |
| II | LES POLITIQUES DE GESTION DE STOCK | 633 |
| II.1 | Typologie des politiques de gestion des stocks | 633 |
| II.1.1 | Les principales politiques de gestion de stock | 633 |
| II.1.11 | Les fondements de la typologie retenue | 633 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| II.1.111 | Réponses à la question «Quand?» | 633 |
| II.1.111a | Point de commande: s | 633 |
| II.1.111b | Gestion calendaire: T | 634 |
| II.1.111c | Gestion calendaire conditionnelle: T, s | 634 |
| II.1.112 | Réponses à la question «Combien?» | 634 |
| II.1.112a | Quantité fixe de commande: q | 634 |
| II.1.112b | Niveau de rechargement: S | 634 |
| II.1.112c | Quantité commandée variable en fonction du stock détenu: R_i, q_i | 635 |
| II.1.12 | Typologie retenue | 635 |
| II.1.2 | Choix d'une politique de gestion de stock | 635 |
| II.1.21 | La méthode ABC | 636 |
| II.1.22 | Applications de la méthode ABC | 636 |
| II.1.23 | Politique calendaire ou politique «q, s» | 637 |
| II.2 | Les fondements méthodologiques de la modélisation des politiques de gestion de stock | 638 |
| II.2.1 | La démarche générale des modèles économiques de gestion | 638 |
| II.2.11 | Les bases de la description physique des modèles économiques de gestion | 640 |
| II.2.111 | Les variables de commande | 640 |
| II.2.112 | Les paramètres physiques | 640 |
| II.2.113 | Les variables d'état | 641 |
| II.2.12 | Bases de la description en valeur des modèles économiques de gestion | 642 |
| II.2.121 | Principes de valorisation des variables d'état décrivant la gestion du système productif | 643 |
| II.2.122 | Valorisation de variables d'état décrivant la défaillance du système productif . | 644 |
| II.2.122a | Cas des demandes perdues | 645 |
| II.2.122b | Cas de possibilité de rattrapage de la défaillance | 645 |
| II.2.13 | Utilisation des modèles économiques de gestion | 647 |
| II.2.131 | Cohérence interne du raisonnement | 647 |
| II.2.132 | Le réalisme des modèles | 650 |
| II.2.133 | Du bon usage du modèle économique de gestion | 651 |
| II.2.2 | La modélisation en gestion de stocks | 652 |
| II.2.21 | Les variables d'états retenues | 652 |
| II.2.22 | La fonction économique retenue dans les modèles de stocks présentés | 653 |
| II.2.23 | Les coûts-standard utilisés | 655 |
| II.2.231 | Le coût de possession | 655 |
| II.2.231a | Coût de détention | 655 |
| II.2.231b | Coût de stockage | 659 |
| II.2.232 | Les coûts de rupture | 660 |
| II.2.232a | Cas d'une demande externe (stock de distribution) | 660 |
| II.2.232b | Cas d'une demande interne (stock de fabrication) | 662 |
| II.2.233 | Les coûts de commande | 663 |

CHAPITRE XI

POLITIQUE DE GESTION CALENDRAIRE DES STOCKS «T, S»

| | | |
|---------------|--|------------|
| I | LES MODÈLES DE BASE DES POLITIQUES DE GESTION CALENDRAIRE DES STOCKS | 666 |
| I.1 | Gestion calendaire des articles non stockables | 667 |
| I.1.1 | Détermination du stock initial S dans le cas d'une loi de demande discrète | 667 |
| I.1.11 | Exemple introductif: le problème du pâtissier | 667 |
| I.1.12 | Digression mathématique | 668 |
| I.1.121 | Calcul analytique de | 668 |
| I.1.122 | Relation entre $I_r(S)$ et $I_p(S)$ | 670 |
| I.1.123 | Calcul de $I_r(S)$ | 671 |
| I.1.13 | Détermination de la solution optimale | 671 |
| I.1.2 | Détermination du stock initial S dans le cas d'une loi de demande continue | 672 |
| I.1.21 | Exemple introductif: le problème du marchand de journaux | 672 |
| I.1.22 | Digression mathématique | 673 |
| I.1.221 | Calcul de la dérivée de $I_r(S)$ par rapport à S | 673 |
| I.1.222 | Relation entre $I_p(S)$ et $I_r(S)$ | 674 |
| I.1.223 | Calcul de $I_r(S)$ | 674 |
| I.1.23 | Détermination de la solution optimale | 676 |
| I.1.3 | Les conséquences économiques de la solution optimale | 677 |
| I.1.31 | Indicateurs physiques | 677 |
| I.1.311 | La rupture moyenne de stock $I_r(S)$ | 677 |
| I.1.312 | La demande moyenne satisfaite | 678 |
| I.1.313 | Pourcentage moyen de demande non satisfaites | 679 |
| I.1.314 | Le stock moyen possédé $I_p(S)$ | 680 |
| I.1.315 | Probabilité de rupture (S) | 680 |
| I.1.315a | Non coïncidence stricte entre la probabilité de rupture requise et la probabilité de rupture effective | 680 |
| I.1.315b | Recherche du coût de rupture implicite | 681 |
| I.1.315c | Probabilité de rupture et exercice annuel | 681 |
| I.1.315d | Probabilité de rupture et stock de sécurité | 682 |
| I.1.315e | Liaison existant entre (S) , (S) , S et c_r | 683 |
| I.1.32 | Indicateurs en valeur | 683 |
| I.1.321 | Dépense moyenne d'acquisition | 683 |
| I.1.322 | Indicateur de coût moyen $C(S)$ | 684 |
| I.1.323 | Marge nette moyenne $B(S)$ | 685 |
| I.1.323a | Première démonstration | 685 |
| I.1.323b | Seconde démonstration | 686 |
| I.1.33 | Analyse synthétique des conséquences de la politique optimale d'approvisionnement | 688 |
| I.1.4 | Remarques | 688 |
| I.1.41 | Interprétation marginaliste du résultat trouvé | 688 |
| I.1.42 | Généralité du modèle de base présenté | 689 |
| I.1.421 | Exemple introductif | 691 |
| I.1.422 | Analyse du problème | 691 |
| I.1.422a | Première formulation du problème | 691 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| I.1.422b | Seconde formulation du problème | 692 |
| I.1.423 | Solution numérique du problème introductif | 694 |
| I.1.43 | Point mort en univers aléatoire et demandes non satisfaites perdues | 695 |
| I.1.431 | Exemple introductif: le cas du restaurant universitaire d'Alphaville | 696 |
| I.1.432 | Solutions analytiques et numériques du problème posé | 697 |
| I.1.433 | Quelques extensions possibles | 701 |
| I.1.433a | Lien entre les approches probabilistes avec et sans demandes non satisfaites perdues | 701 |
| I.1.433b | Introduction de l'hypothèse d'une demande aléatoire non stationnaire | 703 |
| I.1.433c | Quelques implications stratégiques du point mort en univers aléatoire avec demandes non satisfaites perdues | 704 |
| I.2 | Gestion calendaire des stocks d'articles stockables à délai d'obtention nul | 708 |
| I.2.1 | Les données du problème | 708 |
| I.2.11 | Exemple introductif: le problème du remplacement des ampoules d'éclairage | 708 |
| I.2.12 | Hypothèses de calcul du stock moyen possédé | 709 |
| I.2.121 | Cas d'une demande inférieure au niveau de reapprovisionnement S – pas de rupture de stock | 709 |
| I.2.122 | Cas d'une demande supérieure au niveau de reapprovisionnement S (rupture de stock) | 710 |
| I.2.122a | Première hypothèse de calcul: l'interpolation linéaire | 710 |
| I.2.122b | Seconde hypothèse de calcul: la rupture de stock se produit en fin de période | 711 |
| I.2.2 | Étude de la solution optimale exacte | 712 |
| I.2.21 | Cas du coût de rupture indépendant du temps | 713 |
| I.2.211 | Solution analytique | 713 |
| I.2.212 | Résolution numérique du problème posé | 714 |
| I.2.22 | Cas du coût de rupture proportionnel au temps | 714 |
| I.2.3 | Étude de la solution optimale approchée | 717 |
| I.2.31 | Détermination analytique de la solution optimale | 717 |
| I.2.32 | Résolution numérique du problème posé | 719 |
| II | QUELQUES EXTENSIONS DES MODÈLES DE BASE | 720 |
| II.1 | Introduction aux stocks à étages en gestion calendaire | 721 |
| II.1.1 | Exemple introductif | 722 |
| II.1.2 | Analyse du problème | 723 |
| II.1.21 | Résultats analytiques | 723 |
| II.1.22 | Généralisation | 726 |
| II.1.23 | Application directe du raisonnement marginaliste | 728 |
| II.1.3 | Solution numérique de l'exemple introductif | 729 |
| II.2 | Gestion calendaire d'articles stockables à délai d'obtention non nul | 729 |
| II.2.1 | Cas des demandes différées | 730 |
| II.2.11 | Exemple introductif | 730 |
| II.2.12 | Analyse du problème | 731 |
| II.2.121 | Indépendance des demandes et condition d'optimalité | 733 |
| II.2.122 | Indépendance des demandes et stock moyen possédé | 735 |
| II.2.123 | Indépendance des demandes et probabilités de rupture après et avant livraison | 737 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| II.2.124 | Autres hypothèses de calcul possibles | 737 |
| II.2.13 | Solution numérique de l'exemple introductif | 738 |
| II.2.2 | Cas des demandes perdues | 739 |
| II.2.21 | Demandes non satisfaites perdues: cas du délai d'obtention inférieur à la période de révision calendaire | 741 |
| II.2.211 | Cas discret | 742 |
| II.2.212 | Cas continu | 745 |
| II.2.22 | Demandes non satisfaites perdues: cas du délai d'obtention compris entre une et deux fois la période de révision calendaire | 749 |
| II.3 | Incidence de l'utilisation simultanée d'un même facteur rare pour plusieurs articles | 753 |
| II.3.1 | Cas de délai d'obtention nul | 754 |
| II.3.11 | Articles non stockables à délais d'obtention nuls | 754 |
| II.3.111 | Exemple introductif | 754 |
| II.3.112 | Formulation analytique du problème posé | 755 |
| II.3.113 | Résolution numérique | 756 |
| II.3.12 | Articles stockables à délai d'obtention nul | 756 |
| II.3.2 | Gestion calendaire sous contrainte d'utilisation d'un facteur rare: cas du délai d'obtention non nul et des demandes non satisfaites différées | 757 |
| II.3.21 | Exemple introductif | 757 |
| II.3.22 | Analyse du problème | 760 |
| II.3.23 | Résolution numérique du problème posé | 762 |
| III | ANNEXES DU CHAPITRE XI | 765 |
| III.1 | Tables de relations entre S et $I_r(S)$ pour la loi Normale | 765 |
| III.1.1 | Table A | 765 |
| III.1.2 | Table B..... | 766 |
| III.1.3 | Table C | 767 |
| III.1.4 | Table D | 769 |

CHAPITRE XII

POLITIQUE DE GESTION DES STOCKS DE TYPE «Q, S»

| | | |
|--------------|---|------------|
| I | LA QUANTITÉ ÉCONOMIQUE DE COMMANDE EN UNIVERS CERTAIN..... | 772 |
| I.1 | Présentation du modèle de base | 772 |
| I.1.1 | Exemple introductif | 772 |
| I.1.2 | Modélisation | 773 |
| I.1.3 | Digression mathématique | 774 |
| I.1.4 | Combien commander? Formule de la quantité économique de commande | 775 |
| I.1.5 | Adaptation de la formule de Wilson au cas d'une demande discrète | 777 |

| | | |
|---------------|--|------------|
| I.1.6 | Impact du choix d'une quantité de commande non optimale sur le coût moyen annuel | 778 |
| I.1.7 | Quand commander? Détermination du point de commande | 779 |
| I.1.8 | Analyse des conséquences de la politique optimale | 782 |
| I.2 | Les améliorations du modèle en univers certain | 783 |
| I.2.1 | Prix d'achat variable | 783 |
| I.2.11 | Cas de l'augmentation tarifaire | 784 |
| I.2.111 | Cas de la livraison et du paiement susceptibles d'être différés ($R_v = 0$) | 784 |
| I.2.112 | Cas de la livraison et du paiement non susceptible d'être différés ($R_v > 0$) | 786 |
| I.2.12 | Prix d'achat variable en fonction des quantités achetées | 787 |
| I.2.121 | Rabais uniforme | 788 |
| I.2.122 | Rabais progressif | 791 |
| I.2.13 | Augmentation tarifaire dans le cas de rabais sur quantité | 796 |
| I.2.131 | Augmentation tarifaire dans le cas de rabais uniforme | 796 |
| I.2.132 | Augmentation tarifaire dans le cas de rabais progressif | 797 |
| I.2.2 | Cas de l'approvisionnement continu | 799 |
| I.2.21 | Le problème posé | 800 |
| I.2.22 | Exemple numérique | 800 |
| I.2.23 | Solution | 800 |
| I.2.3 | Prise en compte de l'interdépendance avec d'autres articles | 802 |
| I.2.31 | Utilisation commune et simultanée d'une même ressource rare | 802 |
| I.2.311 | Implication de l'utilisation commune et simultanée d'une même ressource rare non financière «en régime de croisière» | 803 |
| I.2.311a | Le problème posé | 803 |
| I.2.311b | Exemple introductif | 803 |
| I.2.311c | Formulation mathématique du problème | 806 |
| I.2.311d | Solution numérique de l'exemple | 809 |
| I.2.311e | Interprétation économique de | 811 |
| I.2.312 | Implication de l'existence d'une ressource rare financière (valeur limitée des stocks moyens détenus) sur la détermination de politique de «régime de croisière» ... | 812 |
| I.2.313 | Implication de l'utilisation commune et simultanée d'une même ressource rare non financière et d'une même ressource rare non financière «en régime de croisière» | 815 |
| I.2.314 | Prise en compte de contraintes dans la détermination de l'approvisionnement optimal lors d'une hausse tarifaire | 816 |
| I.2.314a | Prise en compte de la contrainte d'une ressource non financière en cas de hausse tarifaire | 817 |
| I.2.314b | Prise en compte de la contrainte d'une ressource financière en cas de hausse tarifaire | 818 |
| I.2.314c | Prise en compte simultanée d'une contrainte financière et d'une contrainte non financière en cas de hausse tarifaire | 820 |
| I.2.32 | Utilisation commune et successive d'une même ressource rare | 822 |
| I.2.321 | Le problème posé | 822 |
| I.2.322 | Exemple introductif | 822 |
| I.2.323 | Solution | 824 |
| I.2.324 | Impact de la solution sur le planning d'atelier | 826 |
| I.2.33 | Commandes groupées | 826 |
| I.2.331 | Le problème posé | 826 |
| I.2.332 | Application numérique | 829 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| II | LA QUANTITÉ ÉCONOMIQUE DE COMMANDE EN UNIVERS ALÉATOIRE..... | 829 |
| II.1 | La généralisation du modèle de base au cas aléatoire | 829 |
| II.1.1 | Politique optimale «q, s» avec demande aléatoire et délai d'obtention certain | 830 |
| II.1.11 | Exemple introductif | 830 |
| II.1.12 | Détermination indépendante de s et de q | 831 |
| II.1.121 | Principes suivis | 831 |
| II.1.122 | Résolution d'un problème de quantité économique optimale | 831 |
| II.1.123 | Détermination du stock de sécurité: résolution d'un problème de gestion calendaire | 832 |
| II.1.13 | Détermination simultanée de s et q | 834 |
| II.1.131 | Cas des demandes non satisfaites perdues | 834 |
| II.1.132 | Cas des demandes non satisfaites différées | 839 |
| II.1.133 | Cas des demandes non satisfaites partiellement différées et partiellement perdues | 841 |
| II.1.14 | Indicateurs de qualité de service | 842 |
| II.1.141 | Pourcentage de demandes non satisfaites, demande moyenne annuelle satisfaite | 842 |
| II.1.142 | La notion de probabilité de rupture | 844 |
| II.1.143 | L'intervalle moyen entre deux ruptures de stock | 844 |
| II.1.144 | Indicateur de coût moyen annuel de gestion | 845 |
| II.1.145 | Marge moyenne annuelle | 845 |
| II.1.146 | Taux moyen de rotation du stock | 846 |
| II.1.147 | Résumé des conséquences de la politique optimale | 846 |
| II.1.148 | Politique de gestion basée sur la notion de niveau de service | 846 |
| II.1.15 | Détermination d'une politique optimale (q, s) sous contrainte de niveau de service | 849 |
| II.1.16 | Cas des points de commande multiples | 853 |
| II.1.161 | Cas des demandes non satisfaites différées | 853 |
| II.1.162 | Cas des demandes non satisfaites perdues | 854 |
| II.1.2 | Politique optimale «q, s» avec demande aléatoire et délai d'obtention aléatoire | 854 |
| II.1.21 | Exemple introductif | 854 |
| II.1.22 | Probabilité de rupture et délai d'obtention aléatoire | 856 |
| II.1.221 | La notion de distribution conditionnelle de la demande | 856 |
| II.1.222 | Utilisation des théorèmes classiques de probabilité | 856 |
| II.1.223 | Généralisation | 857 |
| II.1.23 | Etude analytique de la loi de demande sur un délai aléatoire L | 858 |
| II.1.231 | Exemple de simplification de la formulation analytique de la loi de | 858 |
| II.1.232 | Moyenne et variance de X_L | 859 |
| II.1.24 | Minimisation de l'indicateur du coût moyen annuel avec demande aléatoire et délai d'obtention aléatoire | 859 |
| II.1.241 | Formulation analytique du problème posé | 860 |
| II.1.242 | Recherche du point de commande correspondant à une probabilité de rupture imposée | 861 |
| II.1.243 | Résolution numérique du problème posé | 862 |
| II.2 | Les améliorations du modèle en univers aléatoire | 863 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| II.2.1 | Prise en compte de l'interdépendance entre articles | 863 |
| II.2.11 | Utilisation commune et simultanée d'une même ressource rare non financière | 863 |
| II.2.111 | Solution analytique | 863 |
| II.2.112 | Calcul de la politique optimale | 866 |
| II.2.113 | Exemple numérique | 867 |
| II.2.12 | Utilisation commune et simultanée d'une ressource rare financière | 867 |
| II.2.13 | Commandes groupées | 868 |
| II.2.131 | Solution analytique | 868 |
| II.2.132 | Calcul opérationnel de la politique optimale | 868 |
| II.2.133 | Exemple numérique | 869 |
| II.2.2 | Les rabais en univers aléatoire | 870 |
| II.2.21 | Cas du rabais uniforme | 871 |
| II.2.211 | Solution analytique | 872 |
| II.2.212 | Application numérique | 873 |
| II.2.22 | Cas des rabais progressifs | 874 |
| II.2.221 | Cas des demandes non satisfaites perdues | 875 |
| II.2.221a | Solution analytique | 875 |
| II.2.221b | Calcul opérationnel de la politique optimale | 875 |
| II.2.222 | Cas des demandes non satisfaites différées | 875 |
| II.2.222a | Solution analytique et algorithmique | 875 |
| II.2.222b | Application numérique | 878 |
| II.2.223 | Cas mixte des demandes non satisfaites partiellement différées et partiellement perdues | 878 |
| II.2.23 | Rabais momentané en univers aléatoire | 881 |
| II.2.231 | Gestion indépendante des articles en l'absence de rabais sur quantité | 881 |
| II.2.232 | Gestion indépendante des articles en présence de rabais sur quantité | 884 |
| II.2.232a | Augmentation tarifaire dans le cas de rabais uniforme | 884 |
| II.2.232b | Rabais momentané sur rabais progressif en univers aléatoire | 885 |
| II.2.233 | Rabais momentané en univers aléatoire et gestion interdépendante des articles en raison d'une utilisation commune et simultanée de mêmes ressources rares | 887 |

CHAPITRE XIII

LOGISTIQUE ET TRANSPORT

| | | |
|---------------|--|------------|
| I | LA LOGISTIQUE | 891 |
| I.1 | Définition du périmètre de la logistique | 892 |
| I.1.1 | Définition de la logistique par l'AFNOR | 893 |
| I.1.2 | Définition de la logistique par les organismes professionnels | 895 |
| I.2 | La chaîne logistique | 895 |
| I.3 | L'organisation physique du réseau de distribution | 899 |
| I.3.1 | La sous-traitance de la distribution | 900 |
| I.3.2 | Architecture du réseau de distribution | 900 |
| I.3.21 | Entrepôt ou plate-forme | 901 |
| I.3.22 | Localisation des entrepôts | 902 |
| I.3.23 | Organisation physique des entrepôts ou plates-formes | 903 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| II | LA DÉFINITION DE GAMMES DE TRANSPORT | 904 |
| II.1 | Détermination des tournées | 905 |
| II.1.1 | Le problème «original» du voyageur de commerce | 906 |
| II.1.11 | Formulations possibles de ce problème | 906 |
| II.1.12 | Exemple d'application | 910 |
| II.1.2 | Le problème des tournées multiples à partir d'une même ville, avec introduction de contraintes de capacité et de fenêtres de temps | 911 |
| II.1.21 | Création de tournées multiples à partir d'une même ville | 912 |
| II.1.22 | Introduction de contraintes de capacité | 914 |
| II.1.23 | Introduction des fenêtres de temps | 916 |
| II.1.3 | Le problème des tournées multiples filaires | 918 |
| II.1.31 | Formulation | 918 |
| II.1.32 | Exemple numérique | 920 |
| II.2 | Affectation de prestations de transport à des véhicules | 921 |
| II.2.1 | Modélisation du problème posé | 921 |
| II.2.2 | Exemple d'application | 923 |

CHAPITRE XIV

SYSTÈMES D'INFORMATION ET GESTION DE LA CHAÎNE LOGISTIQUE

| | | |
|----------------|--|------------|
| I | LES SYSTÈMES D'INFORMATION DE GESTION..... | 925 |
| I.1 | La multiplicité des systèmes d'information | 926 |
| I.2 | L'irréductible hétérogénéité des systèmes d'information | 927 |
| I.3 | Quelques tendances lourdes | 929 |
| I.3.1 | Une extension des périmètres spatiaux et temporels des systèmes d'information | 929 |
| I.3.2 | Des systèmes en perpétuelle transformation | 931 |
| I.4 | Les systèmes d'information retenus | 932 |
| II | LA BASE DE DONNÉES DE LA PRODUCTION | 932 |
| II.1 | Le modèle «Entité - Relation» | 933 |
| II.2 | Présentation du modèle statique de système d'information en gestion de production | 936 |
| II.2.1 | Le système productif | 937 |
| II.2.11 | Machines (R1) | 937 |
| II.2.12 | Pool de machine (R2) | 939 |
| II.2.13 | Temps variables de réglage (R3) | 939 |

| | | |
|----------------|---|------------|
| II.2.14 | Outillage (R4) | 939 |
| II.2.15 | Famille d'outils (R5) | 940 |
| II.2.16 | Opérateur (R6) | 940 |
| II.2.17 | Qualification (R7) | 941 |
| II.2.18 | Qualification des opérateurs (R8) | 941 |
| II.2.19 | Ensemble de qualifications (R9) | 941 |
| II.2.110 | Définition d'un ensemble de qualifications (R10) | 942 |
| II.2.2 | Les flux de production potentiels | 942 |
| II.2.21 | Références (R11) | 942 |
| II.2.22 | Magasins (R12) | 942 |
| II.2.23 | Point de stock (R13) | 942 |
| II.2.3 | Les processus productifs | 943 |
| II.2.31 | Gamme (R14) | 944 |
| II.2.32 | Opération (R15) | 945 |
| II.2.33 | Séquençement (R16) | 945 |
| II.2.34 | Nomenclature (R17) | 946 |
| II.2.35 | Les caractéristiques techniques d'une opération (R18 et R19) | 946 |
| II.2.4 | La gestion des en-cours | 947 |
| II.2.41 | Commandes (R20) | 947 |
| II.2.42 | Clients (R21) | 947 |
| II.2.43 | Ligne de commande (R22) | 948 |
| II.2.44 | Lot d'une référence (R23) | 948 |
| II.2.45 | Caractéristiques du lot (R24) | 948 |
| II.3 | Présentation du modèle dynamique de système d'information en gestion de production | 949 |
| II.3.1 | Système d'information et décisions opérationnelles de production | 950 |
| II.3.11 | Les ressources productives | 952 |
| II.3.12 | La production potentielle | 953 |
| II.3.13 | Les flux de production | 953 |
| II.3.14 | Fusion des modèles statiques et dynamiques | 954 |
| II.3.2 | Système d'information et décisions tactiques de production | 955 |
| II.3.3 | Implantation | 956 |
| III | LES ERP / ERM | 957 |
| III.1 | La méthodologie des ERP | 959 |
| III.1.1 | Les caractéristiques techniques d'un ERP | 959 |
| III.1.11 | L'organisation logicielle d'un ERP | 959 |
| III.1.12 | L'environnement informatique d'un ERP | 960 |
| III.1.2 | Le réseau de processus d'un ERP | 961 |
| III.1.21 | Les fondements | 961 |
| III.1.22 | La base de processus et son usage | 961 |
| III.1.221 | L'organisation logique de la base de processus | 961 |
| III.1.222 | L'utilisation de la base de processus | 962 |

| | | |
|-----------------|---|------------|
| III.1.3 | Les problèmes méthodologiques posés | 963 |
| III.1.31 | Problèmes liés à la fusion des sous-schémas de données découlant du mécano de processus retenu | 963 |
| III.1.32 | Problèmes liés à la liaison événement-processus | 967 |
| III.2 | Mise en œuvre des ERP | 968 |
| III.2.1 | Les avantages et inconvénients d'un ERP | 968 |
| III.2.2 | Implantation d'un ERP | 970 |
| III.2.3 | L'utilisation d'un ERP dans une approche de chaîne logistique | 971 |
| IV | GESTION DE LA QUALITÉ..... | 971 |
| IV.1 | Les normes ISO 9000 | 972 |
| IV.1.1 | La norme ISO 9000 (décembre 2000) | 973 |
| IV.1.2 | La norme ISO 9001 (décembre 2000) | 977 |
| IV.1.3 | La norme ISO 9004 (version 2000) | 979 |

CHAPITRE XV

TECHNIQUES DE PRÉVISION

| | | |
|----------------|--|-------------|
| I | PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE PRÉVISIONNELLE DANS LES CHRONIQUES..... | 981 |
| I.1 | Redressement préalable des chroniques | 982 |
| I.2 | Typologie des chroniques | 987 |
| I.2.1 | Composante tendancielle | 987 |
| I.2.2 | Composantes cycliques | 988 |
| I.2.3 | Composante aléatoire | 989 |
| I.2.31 | Processus purement aléatoire | 989 |
| I.2.311 | Intervalle de temps certain | 992 |
| I.2.312 | Intervalle de temps aléatoire | 992 |
| I.2.32 | Processus aléatoire dont les paramètres varient au cours du temps | 993 |
| I.2.33 | Processus stationnaires | 994 |
| I.2.4 | Combinaison des composantes d'une chronique | 994 |
| I.3 | Détection de la saisonnalité | 997 |
| I.3.1 | Le corrélogramme | 999 |
| I.3.11 | Le coefficient d'autocorrélation | 999 |
| I.3.12 | Interprétation du coefficient d'autocorrélation | 1002 |
| I.3.2 | Tests d'hypothèse du caractère aléatoire des fluctuations d'une chronique | 1004 |
| I.4 | Techniques de prévision | 1005 |
| I.4.1 | Typologie des techniques de prévision | 1005 |

| | | |
|----------------|---|-------------|
| I.4.2 | Critères de choix d'une technique de prévision | 1007 |
| II | LES FILTRES LINÉAIRES..... | 1007 |
| II.1 | La notion de filtre | 1008 |
| II.1.1 | Définition | 1008 |
| II.1.2 | Choix d'un filtre linéaire | 1008 |
| II.1.21 | Éléments de détermination du choix d'un filtre | 1008 |
| II.1.22 | Illustration de la démarche | 1009 |
| II.2 | Les moyennes mobiles | 1012 |
| II.2.1 | Les méthodes empiriques | 1012 |
| II.2.11 | Les filtres empiriques orientés vers l'estimation de la composante tendancielle (moyennes mobiles centrées) | 1012 |
| II.2.111 | Moyenne mobile centrée en l'absence de composante saisonnière | 1013 |
| II.2.112 | Moyenne mobile centrée dans le cas de l'existence d'une composante saisonnière | 1015 |
| II.2.112a | Moyenne mobile centrée dans le cas de l'existence d'une composante saisonnière comportant un nombre impair de périodes | 1015 |
| II.2.112b | Moyenne mobile centrée dans le cas de l'existence d'une composante saisonnière comportant un nombre pair de périodes | 1017 |
| II.2.112c | Estimation de la composante saisonnière à partir de la moyenne mobile centrée | 1018 |
| II.2.112d | Choix entre le modèle multiplicatif et le modèle additif | 1022 |
| II.2.112e | Composante saisonnière et variation par pallier de la composante tendancielle | 1025 |
| II.2.112f | Les méthodes de décomposition «automatique» | 1026 |
| II.2.12 | Les filtres empiriques orientés vers l'estimation prévisionnelle de la composante tendancielle 1028 | |
| II.2.121 | Moyenne mobile simple non centrée (cas de l'absence d'évolution tendancielle) | 1028 |
| II.2.122 | Moyenne mobile double (cas d'une évolution tendancielle linéaire) | 1029 |
| II.2.123 | Remarques | 1032 |
| II.2.123a | Interprétation de la pente a | 1032 |
| II.2.123b | Choix de la longueur du filtre | 1034 |
| II.2.123c | Explicitation du filtre linéaire utilisé avec la moyenne mobile double | 1035 |
| II.2.2 | Méthode basée sur les moindres carrés | 1035 |
| II.2.21 | Variance des filtres linéaires | 1036 |
| II.2.22 | Application de la méthode des moindres carrés au cas du trend linéaire . | 1036 |
| II.2.221 | Introduction de la régression locale à partir d'un exemple numérique | 1037 |
| II.2.222 | La régression locale, utilisation implicite d'un filtre linéaire | 1038 |
| II.2.223 | Supériorité du filtre linéaire optimal au sens des moindres carrés sur les filtres empiriques | 1039 |
| II.2.224 | Généralisation de la démarche | 1040 |
| II.2.225 | Jugement par intervalle de confiance | 1042 |
| II.2.23 | Moyenne mobile à utiliser dans le cas d'évolution tendancielle non linéaire | 1044 |
| II.2.3 | Prévisions globales obtenues par combinaison des prévisions effectuées sur les composantes tendancielle et saisonnière | 1045 |
| II.3 | Les techniques de lissage exponentiel | 1046 |
| II.3.1 | Lissage exponentiel simple (absence d'évolution tendancielle et de saisonnalité) | 1046 |

| | | |
|-----------------|--|-------------|
| II.3.2 | Lissage exponentiel double (évolution tendancielle linéaire et absence de saisonnalité) | 1050 |
| II.3.3 | Lissage exponentiel avec évolution tendancielle et saisonnalité (Modèle de Holt et Winters) | 1056 |
| II.3.31 | Initialisation de l'accroissement moyen mensue | 1057 |
| II.3.32 | Initialisation de la valeur moyenne locale..... | 1057 |
| II.3.33 | Initialisation des facteurs saisonniers..... | 1057 |
| II.3.34 | Calculs récurrents | 1059 |
| II.4 | Les filtres «différence» | 1062 |
| II.5 | Remarques générales sur l'utilisation des filtres | 1063 |
| II.5.1 | L'effet Slutsky-Yule | 1065 |
| II.5.2 | Le jugement par intervalle de confiance | 1066 |
| II.5.21 | Intervalle de confiance d'une prévision | 1067 |
| II.5.211 | Calcul direct. | 1067 |
| II.5.212 | Utilisation de la moyenne des écarts absolus | 1068 |
| II.5.22 | Modification de comportement d'une chronique | 1069 |
| III | LA PRÉVISION À PARTIR DE L'HISTORIQUE COMPLET | 1071 |
| III.1 | Les techniques de prévision basées sur les moindres carrés ... | 1071 |
| III.1.1 | Estimation simultanée du trend et des facteurs saisonniers par la méthode des moindres carrés | 1071 |
| III.1.11 | Estimation simultanée du trend et de la composante saisonnière par les moindres carrés sur table de Buys-Ballot | 1073 |
| III.1.12 | Estimation simultanée du trend et de la composante saisonnière par la régression multiple | 1076 |
| III.1.13 | Prévision | 1081 |
| III.1.2 | Auto-régression multiple optimale | 1082 |
| III.2 | Les approches de «Box et Jenkins» | 1083 |
| III.2.1 | Traitement de chroniques non tendanciennes et non saisonnières | 1084 |
| III.2.11 | Les modèles de référence | 1084 |
| III.2.111 | Processus auto-régressif | 1085 |
| III.2.111a | Définition | 1085 |
| III.2.111b | Fonction d'autocorrélation | 1086 |
| III.2.111c | Fonction d'autocorrélation partielle | 1088 |
| III.2.112 | Processus en moyenne mobile | 1089 |
| III.2.112a | Définition | 1089 |
| III.2.112b | Fonction d'autocorrélation. | 1090 |
| III.2.112c | Fonction d'autocorrélation partielle | 1090 |
| III.2.113 | Les processus mixtes | 1091 |
| III.2.113a | Définition | 1091 |
| III.2.113b | Fonctions d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle | 1092 |
| III.2.114 | Résumé des principales caractéristiques des modèles stationnaires les plus usuels | 1092 |
| III.2.12 | Prévision | 1092 |
| III.2.13 | Exemple d'application | 1096 |
| III.2.2 | Traitement de chroniques tendanciennes et saisonnières | 1097 |

| | | |
|--------------|---|-------------|
| III.3 | Une utilisation simultanée de la régression multiple et des approches type «Box et Jenkins»: le modèle ARMAX | 1101 |
|--------------|---|-------------|

CHAPITRE XVI

PROGRAMMATION LINÉAIRE

| | | |
|-----------------|--|-------------|
| I | PRÉSENTATION DES BASES TECHNIQUES DE LA PROGRAMMATION LINÉAIRE..... | 1105 |
| I.1 | Les fondements de la programmation linéaire | 1106 |
| I.1.1 | Formulation du problème | 1106 |
| I.1.2 | Solution analytique du problème | 1106 |
| I.2 | Interprétation économique des résultats | 1109 |
| I.3 | Introduction à l'analyse post-optimale | 1111 |
| I.3.1 | Modification de coefficients de la fonction-objectif | 1113 |
| I.3.1.1 | Modification d'un coefficient d'une variable hors base | 1113 |
| I.3.1.2 | Modification d'un coefficient d'une variable de la base | 1113 |
| I.3.1.3 | Modification de plusieurs coefficients de la fonction-objectif | 1115 |
| I.3.2 | Modification du second membre d'une contrainte | 1115 |
| I.3.2.1 | Cas d'une contrainte non saturée | 1116 |
| I.3.2.2 | Cas de contrainte saturée | 1117 |
| I.4 | Résolution d'un programme linéaire par l'algorithme du simplexe | 1117 |
| I.4.1 | Problème de maximisation avec contraintes du type \leq | 1118 |
| I.4.2 | Extensions de l'algorithme du simplexe | 1122 |
| I.4.3 | Cas particuliers | 1128 |
| I.4.4 | Exemple de résolution par Excel | 1129 |
| II | GÉNÉRALISATION..... | 1132 |
| II.1 | Un nouveau contexte pour la programmation linéaire | 1132 |
| II.2 | Le dépassement du modèle linéaire | 1135 |
| II.2.1 | Analyse de la valeur prise par le premier membre d'une contrainte | 1136 |
| II.2.2 | Prise en compte de contraintes logiques | 1137 |
| II.2.3 | Introduction des fonctions-objectifs non linéaires | 1141 |
| II.2.3.1 | Introduction des charges fixes | 1142 |
| II.2.3.2 | Généralisation aux fonctions de coût (ou de recettes) linéaires par morceau | 1142 |

CHAPITRE XVII

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DE MATHÉMATIQUES FINANCIÈRES

| | | |
|-----------------|---|-------------|
| I | LES DIVERSES NOTIONS D'INTÉRÊT | 1147 |
| I.1 | L'intérêt simple | 1147 |
| I.2 | Intérêt composé | 1148 |
| I.2.1 | Principes | 1148 |
| I.2.2 | Les modalités pratiques de calcul d'une capitalisation | 1150 |
| I.2.3 | Représentation graphique de problèmes de mathématiques financières .. | 1151 |
| I.2.4 | Remarques | 1151 |
| I.2.41 | Recherche de i (t, x_0 et x_t étant supposés connus) | 1152 |
| I.2.42 | Recherche de t (i, x_0 et x_t étant supposés connus) | 1153 |
| I.3 | Actualisation | 1154 |
| I.3.1 | Principes | 1154 |
| I.3.2 | Modalités pratiques de calcul d'une actualisation | 1154 |
| I.3.3 | Actualisation et bilan actualisé | 1155 |
| II | LE TRAITEMENT DES ÉCHÉANCIERS | 1156 |
| II.1 | Représentation graphique des échéanciers | 1157 |
| II.2 | Les différents taux d'intérêt en cas de versements pluri-annuels | 1159 |
| II.3 | CAPITALISATION D'UN ÉCHÉANCIER CONSTANT | 1162 |
| II.3.1 | Capitalisation d'un échéancier constant de versements en fin de période (a_F) | 1162 |
| II.3.2 | Capitalisation à la fin de la période n d'un échéancier constant de versements de début de période (a_D) | 1165 |
| II.3.3 | Recherche du versement constant périodique a_F ou a_D équivalant à une somme future x_n | 1166 |
| II.3.31 | Cas de versements de fin de période (a_F) | 1167 |
| II.3.32 | Cas de versements de début de période (a_D) | 1167 |
| II.4 | Actualisation d'un échéancier constant | 1168 |
| II.4.1 | Actualisation d'un échéancier de versements constants en fin de période (a_F) | 1168 |
| II.4.2 | Actualisation d'un échéancier de versements constants en début de période (a_D) | 1171 |
| II.4.3 | Recherche du versement constant a d'un échéancier équivalent à une somme actuelle (x_0) | 1173 |
| II.4.31 | Cas de versements a_F réalisés en fin de période | 1173 |
| II.4.311 | Calcul des versements constants périodiques a_F (en fonction de n, i et x_0) | 1173 |

| | | |
|----------------|--|-------------|
| II.4.312 | Calcul du capital restant dû après un versement (fin de période) et du cumul des intérêts ou du capital remboursé au cours de versements successifs | 1174 |
| II.4.32 | Cas de versements a_D réalisés en début de période | 1177 |
| II.4.321 | Calcul des versements constants périodiques a_D (en fonction de n , i et x_0) | 1177 |
| II.4.322 | Calcul du capital restant dû après un versement (début de période) ainsi que du cumul des intérêts ou du capital remboursé au cours de versements successifs | 1178 |
| II.5 | Recherche du TRI (ou du taux actuariel) d'une opération | 1179 |
| II.5.1 | Principe | 1179 |
| II.5.2 | Le Taux effectif global (TEG) d'un emprunt | 1180 |
| II.5.21 | Le calcul du TEG | 1180 |
| II.5.22 | La comparaison des offres de prêt | 1181 |
| II.6 | Choix d'une date différente de celle de début ou de fin de période | 1183 |
| | BIBLIOGRAPHIE | 1185 |
| | INDEX THÉMATIQUE | 1211 |
| | INDEX DES AUTEURS | 1223 |