

FINANCE

Thierry RONCALLI

La Gestion d'Actifs Quantitative

ECONOMICA

FINANCE

La Gestion d'Actifs Quantitative

Thierry RONCALLI

Préface de Alain DUBOIS

ECONOMICA

La convergence de la gestion alternative et de la gestion traditionnelle, d'une part, l'émergence de la gestion quantitative, d'autre part, reflètent la profonde mutation de la gestion d'actifs. Ce livre propose d'aborder ces différents thèmes, tous fondés sur le contrôle du risque et les modèles d'allocation d'actifs.

Cet ouvrage offre un panorama des différentes modalités de la gestion quantitative, allant de la gestion indicielle à la gestion hedge funds en passant par les gestions structurée, diversifiée, profilée ou de performance absolue. L'ouvrage présente également les différentes stratégies quantitatives que sont les stratégies de réplcation, d'allocation, d'options, de volatilité, d'arbitrage ou encore les stratégies *trend following et mean reverting*. Il montre en particulier comment l'optimisation de portefeuille, l'économétrie financière et les stratégies de gestion s'emboîtent pour former une stratégie quantitative. Il contient de nombreuses illustrations et exemples portant sur les différentes classes d'actifs (actions, taux d'intérêt, change et matières premières).

Ce livre s'adresse aux étudiants de master, qui veulent devenir des « quants » et travailler dans la finance quantitative, et aux professionnels qui cherchent à mieux comprendre les modèles mathématiques et statistiques utilisés dans la gestion d'actifs.

*
* *

Docteur en sciences économiques, **Thierry RONCALLI** est responsable de l'équipe Recherche & Développement chez Lyxor Asset Management. Il est également professeur associé d'économie à l'Université d'Évry. Préalablement, il fut responsable de l'équipe Stratégies d'Investissement chez SGAM Alternative Investments, responsable Risk Analytics du Groupe de Recherche Opérationnelle de Crédit Agricole S.A., Research Fellow au Financial Econometric Research Centre de la Cass Business School et membre du Laboratoire d'Analyse et de Recherche économique de l'Université de Bordeaux. Il a publié de nombreux articles de finance et d'économie, il est également l'auteur de *La Gestion des Risques Financiers* paru en 2009 chez Economica.

ISSN 1778-4492
ISBN 978-2-7178-5956-0
49 €



9 782717 859560

3654
1486
5461
1654
8641
6589
4564
+685
9865
4165
789+
6+56
4654
+659/
-
8*/96
+615
4894
8651
3216
5749
8421
4654
8974
8954
6574
8957
4896
5418
9541
6574
8954
1654
1854
1958
7416
5418
9574
1748
57-
4566
8754
+9-
1486
5461
1654
8641
6589
4564
+685
9865
4165
789+
6+56
4654
+659/
-

354698467
@54544544
46545412
24564894
4654154
4153121
115314
45-
154+9
4*631
8744
4565
454
545
77
65
4
8
74896
51486
54611
65486
41658
94564
+6859
86541
65789
+6+56
4654+
659/-
8*/96+
61548
94865
13216
57498
42146
54897
48954
65748
95748
96541
89541
5748
5416
4185
985
165
895
74
-
8
7

Table des matières

| | |
|--|----|
| Remerciements | 5 |
| Préface | 7 |
| Introduction générale | 9 |
| L'industrie de la gestion d'actifs | 9 |
| La réglementation | 17 |
| Les différents styles de gestion..... | 26 |
| La gestion quantitative | 32 |
| Plan du livre | 41 |

Première partie

Les outils mathématiques

| | |
|---|----|
| Chapitre 1 – La construction d'un backtest | 47 |
| 1. Calcul de la trajectoire d'un panier de stratégies | 47 |
| 1.1. Les stratégies financées | 47 |
| 1.2. Les stratégies non financées | 50 |
| 2. Prise en compte des frais de gestion | 51 |
| 3. Couverture d'une position de change..... | 55 |
| 4. Les effets de levier..... | 56 |
| 5. Le reporting d'un backtest..... | 58 |
| 5.1. Les mesures de rentabilité | 59 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 5.2. | Les mesures de risque | 61 |
| 5.2.1. | La volatilité..... | 62 |
| 5.2.2. | La valeur en risque | 64 |
| 5.2.3. | La fonction de perte maximale | 64 |
| 5.3. | Les mesures de performance ajustée du risque | 65 |
| 5.3.1. | Les ratios de Sharpe et d'information | 65 |
| 5.3.2. | La prise en compte de l'asymétrie et des risques extrêmes | 67 |
| 5.4. | Un exemple..... | 69 |
| Chapitre 2 – Les méthodes d'optimisation | | 73 |
| 1. | La programmation linéaire | 74 |
| 1.1. | L'algorithme du simplexe | 74 |
| 1.2. | La méthode des points intérieurs | 76 |
| 1.3. | Application à la régression quantile..... | 76 |
| 1.3.1. | Formulation du problème..... | 76 |
| 1.3.2. | Écriture du problème sous forme LP | 77 |
| 1.3.3. | Extension à l'estimation non paramétrique | 77 |
| 1.3.4. | Application à l'estimation du skew bêta ... | 78 |
| 2. | La programmation quadratique | 78 |
| 2.1. | Spécification d'un programme quadratique | 78 |
| 2.1.1. | Définition..... | 78 |
| 2.1.2. | Quelques exemples | 81 |
| | La pondération sous la contrainte de poids maximum | 81 |
| | L'interpolation quadratique | 82 |
| 2.2. | Application à la régression de style | 84 |
| 2.2.1. | Les MCO sous contraintes linéaires | 84 |
| 2.2.2. | La régression de style..... | 86 |
| 2.3. | Application au portefeuille de variance minimale.... | 90 |
| 2.3.1. | Résultats théoriques | 90 |
| 2.3.2. | Un exemple | 92 |
| 2.3.3. | Construction d'un portefeuille diversifié et de faible volatilité | 93 |
| 2.4. | Problème d'allocation de Markowitz..... | 94 |
| 2.4.1. | La problématique | 94 |
| 2.4.2. | Le phi-problème d'allocation | 95 |
| 2.4.3. | Extension aux mu- et sigma-problèmes d'allocation | 97 |
| 2.4.4. | Portefeuille de marché et ratio de Sharpe . | 98 |
| 2.5. | Construction d'un portefeuille long/short avec contrôle de volatilité..... | 100 |
| 2.6. | La gestion indicielle actions | 103 |
| 2.6.1. | La gestion indicielle tiltée | 103 |
| 2.6.2. | Ratio d'information et portefeuilles ef- ficients..... | 104 |

| | | | |
|----|--------|--|-----|
| | 2.6.3. | La technique de l'échantillonnage..... | 108 |
| | 2.6.4. | Les stratégies 130/30 | 109 |
| | 2.7. | Prise en compte des coûts de transaction | 114 |
| 3. | | L'optimisation non linéaire | 119 |
| | 3.1. | Résolution d'équations non linéaires..... | 119 |
| | 3.1.1. | Une seule équation | 119 |
| | | L'algorithme de la bi-section..... | 119 |
| | | L'algorithme de Newton-Raphson..... | 120 |
| | 3.1.2. | Plusieurs équations | 120 |
| | 3.2. | Les algorithmes numériques d'optimisation non linéaire..... | 122 |
| | 3.2.1. | Présentation des algorithmes | 122 |
| | 3.2.2. | Application à la théorie de l'utilité..... | 123 |
| | 3.3. | La prise en compte de contraintes linéaires d'égalité | 125 |
| | 3.4. | Le principe de la programmation quadratique séquentielle | 126 |
| | 3.5. | Allocation stratégique sous contraintes de bud- get de risque | 128 |
| | 3.5.1. | La décomposition de Euler..... | 128 |
| | 3.5.2. | Le problème d'optimisation..... | 129 |
| | 3.5.3. | Un exemple | 129 |
| | 3.6. | La construction de portefeuilles diversifiés..... | 130 |
| | 3.6.1. | Le portefeuille équi-pondéré | 130 |
| | 3.6.2. | Le portefeuille ERC | 132 |
| | 3.6.3. | Le portefeuille MDP | 133 |
| | 3.6.4. | Comparaison des différents portefeuilles ... | 134 |
| | 3.6.5. | Une application numérique | 134 |
| | 3.7. | Exemples de problèmes inverses..... | 136 |
| | 3.7.1. | Définition..... | 136 |
| | 3.7.2. | Portefeuilles d'équilibre et rendements espérés implicites..... | 136 |
| | 3.7.3. | Le modèle de Black-Litterman..... | 138 |
| | | Modélisation des vues du gérant..... | 138 |
| | | Solution du modèle | 138 |
| | | Implémentation du modèle | 140 |
| | | Un exemple | 141 |
| 4. | | La programmation dynamique | 143 |
| | 4.1. | L'approche de Bellman | 144 |
| | 4.1.1. | Le principe d'optimalité de Bellman | 144 |
| | 4.1.2. | Le contrôle optimal déterministe..... | 146 |
| | 4.1.3. | Le contrôle optimal stochastique..... | 148 |
| | 4.1.4. | Extension au cas multi-dimensionnel | 150 |
| | 4.1.5. | L'approche par martingale | 151 |
| | 4.2. | L'optimisation dynamique de portefeuille..... | 153 |
| | 4.3. | Quelques extensions du modèle de Merton | 155 |
| | 4.3.1. | L'approche <i>liability-driven investment</i> | 157 |

| | | |
|---|---|------------|
| 4.3.2. | Les fonds profilés..... | 160 |
| 4.3.3. | La prise en compte du cycle de vie..... | 164 |
| | Les fonds Target Date | 165 |
| | Les modèles théoriques | 167 |
| Chapitre 3 – Les méthodes numériques | | 169 |
| 1. | L'algèbre linéaire | 170 |
| 1.1. | Les méthodes de décomposition..... | 170 |
| 1.1.1. | Décomposition en valeurs propres | 170 |
| | Définition | 170 |
| | Application à la simulation d'un vecteur gaussien..... | 171 |
| | Relation avec la décomposition en valeurs singulières | 172 |
| | L'analyse en composantes principales | 173 |
| 1.1.2. | La décomposition Schur | 176 |
| | Définition | 176 |
| | Les fonctions matricielles | 177 |
| | Modélisation markovienne des systèmes de notation des fonds d'investis- sissement | 179 |
| 1.1.3. | La décomposition QR | 184 |
| | Définition | 184 |
| | Détermination de relations quasi linéaires | 185 |
| 1.2. | Les matrices bandes et creuses | 187 |
| 1.2.1. | Définition..... | 187 |
| 1.2.2. | L'algorithme tridiagonal | 188 |
| 1.2.3. | Les moindres carrés flexibles | 189 |
| 2. | Les méthodes d'approximation | 191 |
| 2.1. | Approximation d'un simplexe..... | 191 |
| 2.2. | Les fonctions splines cubiques | 194 |
| 2.3. | Approximation d'une matrice définie positive | 196 |
| 2.3.1. | Calcul de la matrice de covariance la plus proche..... | 197 |
| 2.3.2. | Calcul de la matrice de corrélation la plus proche..... | 199 |
| 2.4. | L'intégration numérique | 200 |
| 2.4.1. | Les méthodes des trapèzes et de Simpson .. | 200 |
| 2.4.2. | La méthode des quadratures | 201 |
| | Le principe | 201 |
| | Calcul des poids et des nœuds | 204 |
| | Extensions | 206 |
| 2.4.3. | Application à la valorisation d'options exotiques | 206 |
| 2.5. | La résolution d'équations différentielles ordinaires .. | 208 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 2.5.1. | Résolution numérique d'un problème de Cauchy | 208 |
| 2.5.2. | Extension à des problèmes non Cauchy | 211 |
| | Ordre supérieur à 1 | 211 |
| | Problème avec des conditions terminales..... | 213 |
| 2.5.3. | Quelques applications | 214 |
| | Comportement asymptotique des systèmes dynamiques | 214 |
| | Un modèle de structure par terme à trois facteurs | 217 |
| | Modélisation d'un schéma de Ponzi | 218 |
| 2.6. | La méthode des différences finies | 221 |
| 2.6.1. | Le cas des edp linéaires paraboliques à une dimension..... | 221 |
| | Schéma de discrétisation dans l'espace | 222 |
| | Schéma de discrétisation dans le temps | 222 |
| | La méthode des θ -schémas | 223 |
| | Les différents algorithmes numériques | 223 |
| | L'intégration de conditions aux bornes | 225 |
| 2.6.2. | Extensions | 226 |
| | Le cas multi-dimensionnel | 226 |
| | Le cas non linéaire | 226 |
| 2.6.3. | Quelques applications | 227 |
| | La structure par terme des taux d'intérêt | 227 |
| | L'équation de Fokker-Planck..... | 227 |
| 3. | Les méthodes de simulation et de Monte Carlo | 233 |
| 3.1. | Simulation de nombres aléatoires | 233 |
| 3.1.1. | Simulation de nombres aléatoires uniformes | 233 |
| 3.1.2. | La méthode de l'inversion | 235 |
| 3.1.3. | La technique des transformations..... | 236 |
| 3.2. | Simulation des processus de diffusion | 237 |
| 3.2.1. | Les schémas exacts d'approximation..... | 237 |
| 3.2.2. | Le schéma de Euler-Maruyama | 238 |
| 3.2.3. | Les autres schémas d'approximation..... | 242 |
| 3.2.4. | Simulation d'un pont brownien..... | 242 |
| 3.3. | Simulation d'une matrice de corrélation | 244 |
| 3.4. | La méthode de Monte Carlo | 247 |
| 3.4.1. | Calcul d'une intégrale ou d'une aire | 248 |
| 3.4.2. | Les techniques de réduction de variance ... | 250 |
| | L'utilisation de variables antithétiques | 251 |
| | Les autres techniques | 253 |
| 3.4.3. | Les techniques de Quasi Monte Carlo | 255 |

Deuxième partie

Les outils économétriques

| | |
|--|-----|
| Chapitre 4 – Les outils statistiques | 261 |
| 1. Les différentes méthodes d'estimation..... | 261 |
| 1.1. La régression linéaire | 261 |
| 1.1.1. Les moindres carrés ordinaires..... | 261 |
| 1.1.2. Application au calcul de l'alpha et du bêta | 263 |
| 1.1.3. Extension aux moindres carrés pondérés .. | 264 |
| 1.1.4. Extension à la régression robuste | 265 |
| 1.2. Le maximum de vraisemblance..... | 266 |
| 1.2.1. Définition de l'estimateur | 266 |
| 1.2.2. Solution analytique..... | 268 |
| 1.2.3. Le modèle linéaire et ses prolongements ... | 269 |
| 1.2.4. L'estimation des paramètres des pro- cessus de diffusion | 271 |
| 1.2.5. L'algorithme EM..... | 273 |
| 1.3. La méthode généralisée des moments | 275 |
| 1.3.1. La méthode classique des moments | 276 |
| 1.3.2. Extension à la méthode généralisée des moments | 277 |
| 1.3.3. Application aux modèles de valorisa- tion des actifs | 278 |
| 1.3.4. Les variables instrumentales..... | 279 |
| 1.3.5. Estimation des modèles ARCH..... | 281 |
| 1.3.6. L'exemple des processus de diffusion..... | 281 |
| 1.4. Les méthodes d'estimation basées sur les simulations | 283 |
| 1.4.1. La méthode simulée des moments | 283 |
| 1.4.2. L'inférence indirecte | 287 |
| 1.4.3. Les méthodes MCMC | 288 |
| L'échantillonnage de Gibbs..... | 289 |
| L'approximation par grille..... | 290 |
| Les algorithmes de Metropolis-Hastings..... | 292 |
| 1.5. L'estimation non paramétrique..... | 293 |
| 1.5.1. L'estimation d'une densité par la méthode des noyaux | 293 |
| 1.5.2. La régression non paramétrique | 297 |
| 2. Modélisation de la dépendance statistique..... | 298 |
| 2.1. Modélisation des matrices de covariance et de corrélation | 299 |
| 2.1.1. L'estimateur du maximum de vraisem- blance | 299 |
| 2.1.2. La prise en compte d'une structure de corrélation..... | 300 |

| | | |
|--|--|------------|
| 2.1.3. | L'analyse factorielle | 303 |
| 2.1.4. | Les méthodes de shrinkage..... | 308 |
| | L'estimateur Bayes-Stein..... | 308 |
| | Application de la théorie des matrices aléatoires | 309 |
| | Les méthodes de Ledoit et Wolf | 310 |
| 2.2. | Les fonctions copules | 312 |
| 2.2.1. | Définition et principales propriétés | 312 |
| 2.2.2. | Les copules paramétriques | 314 |
| 2.2.3. | Applications financières des fonctions copules | 315 |
| 3. | Les réseaux de neurones artificiels et autres modèles sta- tistiques d'apprentissage..... | 316 |
| 3.1. | Le perceptron et les réseaux de neurones multi- couches | 318 |
| 3.1.1. | L'architecture du réseau | 318 |
| 3.1.2. | L'apprentissage du réseau | 319 |
| | Formulation de la fonction de coût | 322 |
| | Les règles d'apprentissage | 322 |
| | La prise en compte de contraintes..... | 324 |
| 3.1.3. | L'analyse d'un réseau..... | 325 |
| 3.1.4. | Quelques applications | 327 |
| | L'opérateur xor | 327 |
| | Le problème T-C | 330 |
| | La classification..... | 331 |
| | La prévision..... | 333 |
| 3.2. | Les cartes de Kohonen | 334 |
| 3.3. | Le modèle MARS..... | 336 |
| Chapitre 5 – La modélisation des séries temporelles | | 339 |
| 1. | Les modèles ARMA..... | 339 |
| 1.1. | Le cas du modèle VAR(1)..... | 339 |
| 1.2. | Extension aux modèles ARMA | 340 |
| 2. | Les modèles à correction d'erreurs | 342 |
| 2.1. | La notion de cointégration..... | 342 |
| 2.2. | Les mécanismes à correction d'erreurs | 344 |
| 2.3. | Tests et estimation des relations de cointégration ... | 344 |
| 2.3.1. | Les tests de racine unité..... | 345 |
| 2.3.2. | La méthode des moindres carrés | 346 |
| 2.3.3. | La méthode du maximum de vraisemblance | 347 |
| 3. | Les modèles espace-état | 349 |
| 3.1. | Spécification et estimation d'un modèle espace-état | 349 |
| 3.1.1. | Filtre de Kalman..... | 349 |
| 3.1.2. | Extension au cas non linéaire | 350 |
| 3.1.3. | Le lissage | 351 |
| 3.2. | Quelques applications | 351 |
| 3.2.1. | Les moindres carrés récursifs | 351 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.2.2. | L'estimation des composantes inobservables | 353 |
| 3.2.3. | L'estimation des modèles ARMA | 355 |
| 3.2.4. | L'estimation du bêta alternatif | 357 |
| | Le concept de bêta alternatif | 358 |
| | Estimation des expositions factorielles par le filtre de Kalman | 362 |
| | L'exemple de réplication de l'indice HFRI.... | 365 |
| 4. | Les filtres particulières..... | 370 |
| 4.1. | Échantillonnage préférentiel | 371 |
| 4.2. | Calcul des poids pour les techniques SMC..... | 371 |
| 4.3. | Quelques exemples | 373 |
| 4.3.1. | La réplication d'allocation dynamique..... | 373 |
| 4.3.2. | Un modèle non linéaire | 375 |
| 5. | Les modèles à volatilité conditionnelle ou stochastique | 376 |
| 5.1. | Les modèles ARCH et GARCH | 378 |
| 5.1.1. | Spécification des modèles ARCH/GARCH | 378 |
| 5.1.2. | Estimation des modèles ARCH/GARCH.. | 380 |
| 5.1.3. | Modélisation de l'indice S&P 500..... | 381 |
| 5.2. | Les modèles à volatilité stochastique | 383 |
| 5.2.1. | Estimation par la méthode du filtre de Kalman | 383 |
| 5.2.2. | Estimation du modèle à volatilité stochastique canonique par MCMC | 386 |
| 6. | L'analyse spectrale | 395 |
| 6.1. | Définition de la densité spectrale | 395 |
| 6.2. | Localisation dans le domaine des fréquences | 396 |
| 6.3. | Quelques propriétés de la densité spectrale..... | 398 |
| 6.3.1. | Processus indépendants | 398 |
| 6.3.2. | Densités spectrales des différents modèles. Les modèles de type ARMA | 399 |
| | Les modèles structurels..... | 401 |
| 6.4. | L'estimation dans le domaine spectral | 405 |
| 6.4.1. | Le périodogramme..... | 405 |
| 6.4.2. | La méthode d'estimation de Whittle..... | 406 |
| 6.5. | Extension au cas multi-dimensionnel | 409 |
| 6.6. | Quelques applications | 411 |
| 6.6.1. | Comment tester si le processus est bruit blanc ? | 411 |
| 6.6.2. | Les processus fractionnaires | 411 |
| | Définition et propriétés | 411 |
| | Densité spectrale et estimation | 412 |
| | Relation avec l'exposant de Hurst..... | 416 |
| 6.6.3. | La détection et l'identification des cycles.. | 417 |
| 6.6.4. | L'extraction de composantes fréquentielles déterminées | 418 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 6.6.5. | Le filtrage | 422 |
| 7. | L'analyse en ondelettes | 424 |
| 7.1. | La représentation temps-fréquence | 424 |
| 7.2. | La transformée en ondelettes | 425 |
| 7.2.1. | Les ondelettes | 425 |
| 7.2.2. | La transformée en ondelettes discrète | 427 |
| 7.2.3. | L'algorithme en cascade | 427 |
| 7.2.4. | Les filtres miroirs en quadrature | 428 |
| 7.2.5. | Un exemple | 429 |
| 7.3. | Quelques applications | 430 |
| 7.3.1. | Le filtrage | 430 |
| 7.3.2. | Le débruitage | 432 |
| 7.3.3. | Les processus de mémoire longue | 434 |
| 7.3.4. | L'analyse de variance | 437 |
| 7.4. | L'analyse en paquets d'ondelettes | 438 |

Troisième partie

La gestion quantitative

| | | |
|--|--|-----|
| Chapitre 6 – Les stratégies quantitatives | | 443 |
| 1. | La gestion structurée | 443 |
| 1.1. | L'assurance de portefeuille..... | 443 |
| 1.1.1. | L'approche OBPI | 444 |
| 1.1.2. | La notion de coussin | 446 |
| 1.1.3. | La méthode CPPI | 448 |
| 1.1.4. | Optimalité de la gestion CPPI..... | 451 |
| 1.1.5. | La méthode CPPI en pratique..... | 452 |
| 1.2. | L'approche cœur-satellite | 457 |
| 2. | Les stratégies optionnelles | 461 |
| 2.1. | Dualité avec les stratégies de gestion | 461 |
| 2.1.1. | Relation entre les stratégies systématiques de gestion et les stratégies de couver- ture d'options | 461 |
| 2.1.2. | Le coût d'une stratégie de gestion | 465 |
| 2.2. | Les stratégies de call et de put | 468 |
| 2.2.1. | Description des stratégies | 468 |
| 2.2.2. | Backtest des stratégies | 471 |
| 2.3. | Les stratégies plus complexes | 474 |
| 2.3.1. | La stratégie Covered Call | 474 |
| | Description de la stratégie..... | 474 |
| | Rationalité de la stratégie | 475 |
| | Valorisation de la stratégie en mark-to-market | 477 |
| | Les indices BXM et BXY | 479 |
| 2.3.2. | La stratégie Bull Spread..... | 480 |
| | Description de la stratégie..... | 480 |

| | | |
|--------|---|-----|
| | Rationalité de la stratégie | 482 |
| | Backtest de la stratégie..... | 484 |
| 3. | Les stratégies de volatilité | 484 |
| 3.1. | Relation avec les stratégies optionnelles | 485 |
| 3.1.1. | Les options straddle..... | 485 |
| 3.1.2. | Application à l'arbitrage court terme de la volatilité de change | 487 |
| 3.2. | Les swaps de variance | 489 |
| 3.2.1. | Mécanisme d'un swap de variance | 491 |
| 3.2.2. | Valorisation du swap de variance | 494 |
| 3.2.3. | Applications | 498 |
| | L'exposition à la volatilité..... | 498 |
| | L'arbitrage de volatilité | 498 |
| | L'arbitrage de maturité | 500 |
| | Le trading de dispersion et de corrélation | 501 |
| 3.2.4. | L'indice VIX..... | 504 |
| | Construction de l'indice | 505 |
| | Applications | 506 |
| 4. | Les stratégies d'arbitrage et de portage | 507 |
| 4.1. | Le carry trade | 509 |
| 4.1.1. | La parité couverte des taux d'intérêt | 509 |
| 4.1.2. | La parité non couverte des taux d'intérêt . | 509 |
| 4.1.3. | Description de la stratégie | 510 |
| 4.1.4. | Exemples | 511 |
| 4.2. | Les stratégies de taux d'intérêt..... | 514 |
| 4.2.1. | Comprendre la structure par terme des taux..... | 514 |
| 4.2.2. | La stratégie de roll-down | 518 |
| 4.2.3. | Les stratégies de barbell | 522 |
| 4.2.4. | Les autres stratégies de taux | 525 |
| 4.3. | Les stratégies de crédit | 526 |
| 4.3.1. | L'arbitrage de convertible | 527 |
| 4.3.2. | L'arbitrage de mortgage | 527 |
| 4.3.3. | L'arbitrage de spread de crédit | 528 |
| 4.4. | La stratégie <i>equity market neutral</i> | 528 |
| 4.4.1. | La philosophie de gestion..... | 528 |
| 4.4.2. | La calibration des positions..... | 530 |
| 5. | Les stratégies de momentum | 533 |
| 5.1. | La stratégie <i>trend following</i> | 534 |
| 5.1.1. | La fonction d'exposition | 535 |
| 5.1.2. | Un exemple | 537 |
| 5.1.3. | Profil optionnel d'une stratégie trend following | 540 |
| 5.2. | La stratégie <i>mean reverting</i> | 540 |
| 5.2.1. | Le modèle de Ornstein-Uhlenbeck | 540 |
| 5.2.2. | Les modèles à correction d'erreurs..... | 542 |

| | | |
|--|--|------------|
| 5.2.3. | Un exemple | 543 |
| 5.3. | Les stratégies de momentum et l'hypothèse d'effici- ficiency des marchés..... | 546 |
| 6. | Les stratégies <i>global macro</i> | 546 |
| 6.1. | La rotation sectorielle | 547 |
| 6.2. | L'allocation tactique..... | 551 |
| Chapitre 7 – Les outils de scoring | | 553 |
| 1. | La construction des scores | 553 |
| 1.1. | Les méthodes d'élaboration des scores | 553 |
| 1.1.1. | La méthode des rangs | 554 |
| 1.1.2. | La méthode des probabilités..... | 555 |
| 1.1.3. | La méthode des z-scores | 556 |
| 1.1.4. | La normalisation d'un score | 558 |
| 1.2. | L'agrégation de scores..... | 559 |
| 2. | L'évaluation des scores..... | 562 |
| 2.1. | L'entropie de Shannon | 563 |
| 2.1.1. | Présentation générale..... | 563 |
| 2.1.2. | Application au scoring | 565 |
| 2.2. | Les outils graphiques | 567 |
| 2.2.1. | La courbe de performance..... | 568 |
| 2.2.2. | La courbe de sélection..... | 568 |
| 2.2.3. | La courbe de discrimination | 569 |
| 2.2.4. | Quelques propriétés | 569 |
| 2.2.5. | Illustrations..... | 570 |
| 2.3. | Les mesures statistiques de performance | 572 |
| 2.3.1. | La statistique de Kolmogorov-Smirnov..... | 572 |
| 2.3.2. | Les statistiques non paramétriques de corrélation..... | 572 |
| 2.3.3. | Le coefficient de Gini | 574 |
| 3. | Les méthodes d'apprentissage statistique | 577 |
| 3.1. | Les méthodes de boosting..... | 578 |
| 3.2. | Les méthodes de bagging..... | 580 |
| 4. | Les outils de screening | 580 |
| 4.1. | Le screening d'actions | 581 |
| 4.2. | Le screening d'autres univers | 583 |
| Chapitre 8 – La gestion des risques | | 585 |
| 1. | Le risque de perte | 586 |
| 1.1. | La définition de <i>stop loss</i> | 586 |
| 1.2. | La gestion de l'exposition | 589 |
| 2. | Le risque de simulation | 592 |
| 2.1. | Les données | 592 |
| 2.1.1. | La véracité des données..... | 592 |
| 2.1.2. | Le biais de publication | 594 |
| 2.1.3. | Le biais du survivant | 595 |

| | | |
|--|--|-----|
| 2.2. | L'estimation historique des paramètres | 595 |
| 2.3. | Le problème du rebalancement du portefeuille | 596 |
| 3. | Le risque d'investissement | 597 |
| 3.1. | La rotation du portefeuille..... | 597 |
| 3.2. | La prise en compte de la liquidité | 601 |
| 3.2.1. | L'impact sur les spreads bid-ask | 601 |
| 3.2.2. | L'impact de marché..... | 603 |
| Conclusion générale | | 607 |
| Annexe – Les instruments financiers | | 609 |
| 1. | Description générale des différents types de contrats..... | 610 |
| 1.1. | Les titres au comptant | 610 |
| 1.2. | Les produits dérivés | 610 |
| 1.2.1. | Les contrats forward et futures | 610 |
| | Les contrats forward..... | 611 |
| | Les contrats futures | 612 |
| 1.2.2. | Le contrat swap | 612 |
| 1.2.3. | Les options..... | 613 |
| 2. | Les produits de taux d'intérêt | 613 |
| 2.1. | Le marché monétaire | 613 |
| 2.2. | Les obligations..... | 615 |
| 2.2.1. | Valorisation d'une obligation | 615 |
| 2.2.2. | Prise en compte du risque de crédit..... | 617 |
| 2.2.3. | Les swaps de taux d'intérêt | 617 |
| 2.2.4. | Les credit default swaps | 619 |
| 2.3. | Les instruments à terme..... | 620 |
| 2.3.1. | Les contrats FRA | 620 |
| 2.3.2. | Relations entre les prix spot, forward, futures et de livraison | 620 |
| | Le prix forward | 621 |
| | Le prix futures | 622 |
| | Comparaison des prix forward et futures | 622 |
| 2.3.3. | Les contrats futures sur produit de taux d'intérêt..... | 623 |
| | Les contrats futures sur emprunt d'État | 623 |
| | Les contrats futures sur taux d'intérêt à court terme | 624 |
| 3. | Les actions..... | 624 |
| 3.1. | Modèles de valorisation | 625 |
| 3.2. | Les contrats swaps sur actions..... | 626 |
| 3.3. | Les indices d'actions | 627 |
| 4. | Les devises..... | 629 |
| 4.1. | Les forward de taux de change | 630 |
| 4.2. | Les swaps de change | 630 |
| 5. | Les matières premières..... | 630 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.1. | Topologie des marchés de matières premières..... | 631 |
| 5.2. | Spécificité des futures de matières premières..... | 632 |
| 6. | La valorisation des produits optionnels | 634 |
| 6.1. | Le modèle de Black et Scholes..... | 636 |
| 6.2. | La couverture dynamique en delta des produits optionnels | 639 |
| 6.2.1. | Le principe de la couverture dynamique ... | 639 |
| 6.2.2. | Quelques exemples | 640 |
| 6.3. | La gestion des options..... | 643 |
| 6.3.1. | Valorisation des stratégies optionnelles en mark-to-market..... | 644 |
| 6.3.2. | Les coefficients de sensibilité | 646 |
| 6.3.3. | La volatilité..... | 649 |
| | La volatilité implicite | 649 |
| | La volatilité réalisée | 650 |
| | Relation entre la volatilité implicite et la densité risque-neutre..... | 652 |
| 6.4. | Les autres modèles de valorisation | 653 |
| 6.4.1. | Le modèle binomial | 653 |
| 6.4.2. | Le modèle à volatilité locale | 655 |
| 6.4.3. | Les modèles à volatilité stochastique | 657 |
| | Bibliographie générale | 663 |
| | Index | 667 |

INDEX

1/n (portefeuille), 130, 537
130/30 (stratégie), 25, 109

A

ACP (analyse en composantes principales), 173–177, 305, 309

Action

- Equity swap, 626
- Gestion active, 26
- Gestion indicielle, 103–114
- Indice, 627
- Screening, 581
- Valorisation, 624

AdaBoost (algorithme), 578

Adams-Bashforth (algorithme de), 209

Adams-Moulton (algorithme de), 209

AIFM (directive), 21

Algèbre linéaire, 170

Allocation

- Stratégique, 17, 32, 73, 128, 138, 357, 480, 634

- Tactique, 32, 138, 357, 551

Alpha (de Jensen), 16, 34, 106, 263, 361, 459

AMF, 17

Antithétique (variable), 251

Apprentissage statistique, 316, 577

APT

- Logiciel, 307
- Modèle, 35, 191

Arbitrage

- Convertible, 31, 527
- Relative value, 507–533
- Statistique, 31, 507
- Volatilité, 498, 525

Arbre binomial, 653

ARCH (modèle), 281, 378–383

ARFIMA (processus), 412, 434

ARMA (modèle), 339–341, 355, 399, 430, 541

Assurance de portefeuille, 443

AuM (assets under management), 9

Aversion au risque, 124, 154, 155, 160, 506

B

Backfilling, 595
 Backtest, 47–71, 484, 488
 Backwardation, 315, 633
 Bagging (algorithme), 580
 Bande (matrice), 187, 196, 226
 Barbell (stratégie), 522
 Bayes-Stein (estimateur de), 308
 Bellman, voir Programmation dynamique
 Benchmark, 20, 51, 86, 360, 506, 537, 614, 627
 Bêta, 111, 263, 308, 357, 528, 626
 BFGS (algorithme), 123
 Bi-section (algorithme), 97, 119, 140, 184, 213, 482, 616, 649
 Biais du survivant, 595
 Bid-ask (spread), 114, 489, 601, 645
 Bilinéaire (interpolation), 82
 Black-Litterman (modèle de), 138–143, 315
 Black-Scholes (formule), 207, 461, 637
 Blend (style), 26
 Bond picking, 28, 583
 Boosting (algorithme), 578
 Bootstrap, 580
 Bottom-up (approche), 29
 Box-Muller (algorithme de), 237, 258
 Brownien géométrique (mouvement), 62, 153, 196, 207, 229, 237, 271, 281, 286, 588, 636, 643
 Broyden (algorithme de), 121, 213, 226
 Budget de risque, 128
 Bull Spread (stratégie), 480–485
 Buy and hold (stratégie), 49, 67

C

CARA (utilité), 124
 Carry trade, 27, 101, 509
 Cauchy (problème de), 208

CDO (collateralized debt obligation), 508, 528
 CDS (credit default swap), 527, 619
 CESR, 17
 Change (taux de), 509, 629
 Cholesky (décomposition de), 171, 237
 CIR (processus), 272, 286, 657
 Coûts de transaction, 114, 474
 Cœur-satellite (stratégie), 457–460
 Cointégration, 342, 542
 Commodities, voir Matières premières
 Constant mix (stratégie), 49, 160, 452, 599
 Contango, 315, 633
 Contribution en risque, 90, 128, 163, 531
 Contrôle (variable de), 253
 Convenience yield, voir Matières premières
 Convertible (arbitrage de), 31, 527
 Copule

- Archimédienne, 314
- Définition, 312
- Normale, 314, 560
- t de Student, 314

 Correction d'erreurs (modèle à), voir VECM
 Corrélacion

- Constante, 91, 131, 310
- Estimation, 199, 299–312
- Factorielle, 300, 532
- Implicite, 501
- Simulation, 244
- Trading, 501

 Couverture de change, 55
 Covariance (matrice de)

- Analyse factorielle, 303
- Estimation, 197, 299–312
- Ledoit-Wolf, 310
- Maximum de vraisemblance, 299

 Covered call (stratégie), 24, 474–480

CPPI (méthode), 32, 448–457
 Crank-Nicholson (schéma), 224
 Crédit (stratégie de), 526
 Creuse (matrice), 187, 226
 CRRA (utilité), 124, 154, 161, 452
 CSSF, 18
 CTA (stratégie), 30, 465, 540, 630
 Currency swap, 630

D

Data snooping, 597
 DCF (discounted cash flows), 625
 Delta (coefficient de sensibilité),
 461, 486, 495, 526, 527,
 637, 639, 646
 Dense (matrice), 187
 Densité spectrale, 395
 DFP (algorithme), 123
 Différences (méthode des), 201,
 228
 Différences finies (algorithme des),
 221–232, 638
 Dirichlet (conditions de), 225
 Discrepance faible (séquence à),
 255
 Discrimination (courbe de), 569
 Dispersion, 133, 501
 Distressed securities, 31
 Diversification, 93, 130
 Dividende, 625
 Dominance stochastique, 572
 Drawdown, 64, 472
 Duration, 27, 517, 617

E

Échantillonnage d'importance, 253,
 292, 389
 Échantillonnage d'un portefeuille,
 108, 627
 EDO (équation différentielle or-
 dinaire), 147, 208–220
 EDP (équation aux dérivées par-
 tielles), 147, 189, 221, 636
 EDS (équation différentielle sto-
 chastique), 149, 237
 Efficience des marchés, 546, 625

EM (algorithme), 273
 EMM (méthode d'estimation), 287
 Ensemble (méthode d'), 577
 Eonia, 614
 Equity hedge, 30, 78
 Equity market neutral, 25, 31, 78,
 111, 508, 528–533
 Equity swap, 626
 ERC (portefeuille), 132, 530
 Espace-état (modèle), 341, 349–
 370, 384, 541
 ETF (Exchange Traded Fund),
 24, 632
 Euler
 · Algorithme, 209, 222, 238,
 272
 · Décomposition, 128
 Euribor, 614
 Eurodollar, 624
 Event driven, 31
 Explicite (schéma), 223
 Exponentielle (matricielle), 220

F

Facteurs (modèle à), 131, 173, 303,
 358
 Faure (générateur de), 256
 FCP, voir OPCVM
 Feynman-Kac (théorème de), 227
 Filtrage
 · Kalman, 349, 541
 · Particulaire, 370–377, 391
 · Spectral, 422
 · Temps-fréquence, 430
 Fixed income, 613
 Flechter-Reeves (algorithme de),
 123
 FLS (flexible least squares), 189
 Fokker-Planck (équation de), 227,
 272
 Fonds
 · Flexible, 163
 · Lifestyle, 155
 · Profilé, 160, 357
 · Target date, 165
 Fonds de pension, 155

Forward

- Contrat, 611
- Prix, 620, 621
- Taux, 55, 515, 522

Fractionnaire (processus), voir AR-FIMA

Frais de gestion, 13, 51–55, 614

Frontière efficiente, 95

Fund picking, 29

Futures

- Contrat, 506, 612, 623, 630
- Prix, 620, 622, 630
- Taux d'intérêt, 623

G

Gamma (coefficient de sensibilité), 486, 494, 647

GARCH (modèle), 378–383, 488, 590

Garp (style), voir Blend

Gear (algorithme de), 209

Générateur congruentiel linéaire, 234

Générateur markovien, 181

Gestion

- Active, 28
- Alternative, 12, 30
- Collective, 18
- Discrétionnaire, 29
- Diversifiée, 29, 73
- Indicielle, 28, 103–114
- Overlay, 31
- Passive, 28, 103
- Profilée, 29
- Quantitative, 29
- Sous mandat, 23
- Structurée, 32, 443–460
- Tiltée, 103
- Traditionnelle, 10

Gibbs (échantillonnage de), 289, 389

Gini (coefficient de), 196, 574

Glide path, 165

Global macro (stratégie), 30, 357, 546–552

GMM (méthode généralisée des moments), 275–283

Gordon-Shapiro (formule de), 625

Gradient conjugué (algorithme du), 122

Griddy Gibbs (échantillonnage), 290, 389

Growth

- Facteur, 87, 626
- Style, 26, 135

H

Halton (générateur de), 256

Hamilton-Jacobi-Bellman (équation de), 147, 452

Hammersley (séquence de), 256

HARA (utilité), 124, 452

Hedge funds, 12, 30, 78, 142, 315, 357, 528

Hermite (quadrature de), 202

Hermitienne (matrice), 170

Heston (modèle de), 231, 286, 657

Histogramme, 293

Hit rate, 566

Hopscotch (algorithme), 226

Hurst (exposant de), 16, 416

I

IGARCH (modèle), 380

Implicite (schéma), 224

Importance sampling, 371

In-sample (simulation), 595

Indice, 627

Inférence indirecte, 287

Information (ratio d'), 65, 104

Instrumentale (variable), 279

Intégration numérique, 152, 200–208, 248, 545, 617, 638

Interpolation

- Bilinéaire, 82
- Quadratique, 84
- Spline cubique, 189, 195

Inversion (méthode de l'), 235

J

Jacobi (matrice de), 205

K

Kalman (filtre de), 189, 286, 341,
349–357, 362, 383, 541
Kappa (mesure), 69
Kendall (tau de), 313, 559
Kohonen (carte de), 334
Kolmogorov-Smirnov (statistique
de), 411, 572

L

Laguerre (quadrature de), 202
LAPACK, 170
Legendre (quadrature de), 202
Levier (effet de), 13, 19, 51, 56,
528
LHP (liability hedging portfolio),
157
LHS (liability hedging swap), 160
Liability-driven investment (LDI),
157
Libor, 614
Liquidité, 601, 604
Lissage

- Kalman, 351
- Ondelettes, 432
- Spectral, 405
- Spline cubique, 65, 195

LOG (utilité), 125, 456
Logit (modèle), 122, 270
LogitBoost (algorithme), 579
Long/short (stratégie), 13, 30, 100–
103, 109, 117, 357, 458,
468, 508, 528, 554, 570
Lorenz (courbe de), voir Gini
LU (décomposition), 172
Lucas (modèle de), 279, 552, 626

M

Marché

- Comptant, 610
- Dérivé, 610
- Organisé, 610

Mark-to-market (valorisation), 477,
497, 622, 626, 639, 644
Market maker, 24
Market neutral, 528

Markov (chaîne de), 179, 288, 565
Markowitz (modèle de), 94
MARS (Multivariate Adaptive Re-
gression Splines), 336, 554
Matières premières, 12, 315, 630–
634
Matrice aléatoire, 309
Maximum de vraisemblance, 122,
266–275, 277, 286, 347,
381, 384, 406, 409
MCMC (algorithme), 288–293, 386
MDP (portefeuille), 133
Mean reverting, 49, 412, 467, 468,
500, 540–545, 556, 587
Mémoire longue (processus de),
434
Merger arbitrage, 31
Metropolis-Hastings (algorithme
de), 292
Milstein (schéma de), 242
Min-max (score), 558
Moindres carrés

- Généralisés, 356
- Ordinaires, 261, 346, 381
- Pondérés, 264
- Récursifs, 351

Moments (méthode des), 276
Momentum, voir Trend following
et Mean reverting
Monétaire dynamique (stratégie),
508
Monte Carlo (méthode de), 152,
233–258, 283–293, 638
Mortgage (arbitrage de), 527
Multigestion, 29
Mutual fund, voir OPCVM

N

NAV (Net Asset Value), 51, 645
Neumann (conditions de), 225
Newcits, 25
Newton-Raphson (algorithme de),
97, 120, 236, 482
Non funded (stratégie), 50
Non paramétrique

- Estimation, 293–299

- Régression, 297
 - Statistique, 572
- Noyau (méthode du), 78, 293

O

- Obligation
- Convertible, 527
 - Gestion active, 27
 - Valorisation, 615
- OBPI (méthode), 444
- Oméga (mesure), 69
- Ondelettes (analyse en), 424–439
- OPCVM, 22
- Optimalité de Bellman, voir Programmation dynamique
- Optimisation
- Linéaire, 74
 - Non linéaire, 119–143
 - Quadratique, 78
 - Sous contraintes, 125, 126
- Option
- Call, 461, 468, 496, 613
 - Contrat, 613
 - Couverture dynamique, 639
 - Put, 468, 496, 613
 - Spread option, 207, 253
 - Straddle, 485, 492
 - Strangle, 465
 - Stratégie, 447, 461–485
- Ordre (statistique d'), 295
- Ornstein-Uhlenbeck (processus de), 161, 227, 229, 238, 271, 282, 540, 555
- Orthogonale (matrice), 170
- Out-of-sample (simulation), voir In-sample

P

- P/E (ratio), 555, 581
- Pair trading, 31, 530, 553
- Parseval (décomposition de), 420
- Particulière (filtrage), 370, 391
- Performance (courbe de), 568
- Périodogramme, 405, 409, 430
- PIT (probability integral transform), 558

- Polak-Ribiere (algorithme de), 123
- Pont brownien, 242
- Ponzi (schéma de), 218, 483
- Portage, 507, 616, 647
- Portefeuille de marché, 98
- PPR (Projection Pursuit Regression), voir MARS
- Prédiction-correction (algorithme de), 209
- Price-to-book (ratio), 555, 582
- Pricing, voir Valorisation
- Private equity, 12, 21, 27
- Probit (modèle), 122, 270
- Problème inverse, 136
- Programmation
- Dynamique, 143–167
 - Linéaire, 74
 - Quadratique, 78–118, 262

Q

- QR (décomposition), 121, 184
- QuadPack, 205
- Quadratique (interpolation), 84
- Quadratures (méthode des), 201, 250
- Quasi linéaire (relation), 185
- Quasi Monte Carlo (méthode de), 255
- Quasi-Newton (algorithme de), 122

R

- Racine carrée (matrice), 171, 197
- Racine unité (test de), 345
- Rang (statistique de), 554
- Real estate, 21
- Rebalancement (d'un portefeuille), 47, 596
- Réduction de variance, 250
- Régression (modèle de)
- De style, 16, 35, 84, 358
 - Linéaire, 84, 261–267
 - Loess, 297
 - Non paramétrique, 78, 297
 - Quantile, 76, 266, 298, 315
 - Robuste, 265
- Relative value, voir Arbitrage

- Rendement actuariel, 516
 Rentabilité (calcul de), 59
 Réplication (technique de), 28, 108, 358, 365, 373
 Reporting, 58
 Réseau de neurones, 316–335, 554
 Rhô de Spearman, 572
 Risk budgeting, voir Budget de risque
 Risque (mesure de), 61
 ROC (Receiver Operating Characteristic), 575
 Roll-down (stratégie), 518
 Roll return, 633
 Rotation du portefeuille, voir Turnover
 Rotation sectorielle (stratégie), 547
 Runge-Kutta (algorithme de), 209
- ### S
- SABR (modèle), 231, 658–661
 Schur (décomposition), 176, 200
 Scoring, 100, 553
 Screening, 553, 580–583
 SEC, 18
 Sector neutral, 31, 528
 Sélection (courbe de), 568
 Semi-variance, 67
 Shannon (entropie de), 439, 563
 Sharpe (ratio de), 65, 98
 Sherman-Morrison-Woodbury (formule de), 121, 352
 Short bias (stratégie), 30
 Shrinkage (méthode de), 308, 432
 SICAV, voir OPCVM
 Signal (d'achat ou de vente), 488
 Simplexe
 - Algorithme, 74
 - Approximation, 191
 Simpson (méthode de), 200
 Simulation, voir Monte Carlo
 Skew bêta, 78, 337
 Small cap (facteur), 26, 35, 87, 365, 626
 SMC (Sequential Monte Carlo), 371, 386
 SMM (méthode simulée des moments), 283
 Sobol (générateur de), 256
 SOM (self-organizing map), voir Kohonen
 Sortino (ratio de), 68
 Spearman (rhô de), 313
 Spectrale (analyse), 283, 395–424, 535
 Spline (fonction), 194
 Spot
 - Marché, 610
 - Prix, 610, 620, 630, 633
 - Taux, 514, 610
 SQP (algorithme), 126, 193
 Stationnaire (forme), 400
 Stock picking, 25, 28, 31, 87, 530
 Stop loss, 466, 506, 586
 Structure par terme, voir Taux d'intérêt
 Swap
 - Action, 626
 - Change, 630
 - Contrat, 612
 Swap de variance, 489–509
 Swaption, 526
 Symétrique (matrice), 170
- ### T
- Take profit, 589
 Tau de Kendall, 572
 Taux d'intérêt
 - Carry, 519
 - Eonia, 614
 - Euribor, 614
 - FRA, 620
 - Instantané, 614
 - Libor, 614
 - Monétaire, 613
 - Parité couverte (CIP), 509, 630
 - Parité non couverte (UIP), 509
 - Stratégie, 514
 - Structure par terme, 173, 217, 227, 514, 615, 618

- Taux de change (stratégie), 487, 509
- Taux de succès, voir Hit rate
- Thêta (coefficient de sensibilité), 486, 647
- Thêta-schéma, 223
- Tobit (modèle), 271
- Top-down (approche), 29, 547
- Tracker, voir ETF
- Tracking error, 28, 103, 140, 538, 627
- Trading de dispersion, 501
- Transformations (méthode des), 236
- Transformée de Fourier, 405, 426
- Transformée en ondelettes, 425
- Trapèzes (méthode des), 200
- Trend following, 31, 101, 135, 412, 462, 467, 534–540, 587
- Tridiagonal (algorithmique), 188, 195, 225
- Turnover, 115, 597
- U**
- UCITS (directive), 17
- Unitaire (matrice), 170
- Utilité (fonction d'), 16, 123
- V**
- Valeur actuelle nette (VAN), 609
- Valeurs propres (décomposition en), 170, 198, 205
- Valeurs singulières (décomposition en), 172
- Valorisation, 609
- Value
- Facteur, 87, 626
 - Style, 26
- Value-at-Risk, 20, 64, 198
- VAR (processus), 339, 356
- Variance minimale (portefeuille de), 90, 130
- Vasicek (modèle de), 161, 227
- VECM (modèle), 342–349, 542
- Véga (coefficient de sensibilité), 486, 494, 647
- VIX (indice de volatilité), 417, 504
- Volatilité
- Arbitrage, 498, 525, 540
 - Contrôle, 102, 531, 589
 - Estimation, 62, 130, 376
 - Historique, 471
 - Implicite, 471, 527, 649, 658
 - Locale, 655
 - Réalisée, 489, 495, 650
 - Smile, 497, 649
 - Stochastique, 376, 383–394, 657
 - Stratégie, 484
- Vovol, 286, 383, 658
- W**
- Whittle (estimation de), 406
- Y**
- Yield book, 40
- Yield curve, voir Taux d'intérêt
- Yield-to-maturity, 517, 522
- Z**
- Z-score, 556
- Zéro-coupon, 151, 157, 174, 227, 446, 514, 615