

# Index

- adapter la taille du pas
  - méthodes à plusieurs pas, 320
  - méthodes à un pas, 318
- algorithme
  - approximatif, 377, 397
  - fini exact, 3, 376, 396
  - itératif exact, 376, 396
  - vérifiable, 4, 376, 396
- algorithme de Horner, 78
- algorithme de Levinson-Durbin, 43
- algorithmes génétiques, 220
- amélioration itérative, 29
- analyse d'erreur
  - courante, 393
  - progressive, 386
  - rétrograde, 386
- angle entre directions de recherche, 200
- arrêt, 152, 213
- arrondi, 379
- arrondi dirigé, 382
  - commutation, 388
- barrière logarithmique, 257, 270, 275, 277
- base, 379
- base de Legendre, 185
- BDF, 309
- best replay, 219
- BFGS, 208
- bissection, 140
- bit caché, 380
- branch and bound, 222
- CESTAC/CADNA, 394
  - conditions de validité, 397
- chaîne de Markov, 60
- chemin central, 276
- code adjoint, 121, 126
- code direct, 118
- coefficients de Kuhn et Tucker, 251
- collocation, 331, 333, 368
- complexité, 44, 270
- computer experiment, 76, 222
- condition d'Armijo, 196
- condition d'optimalité
  - cas convexe, 273
  - locale suffisante, 178, 249
  - nécessaire, 176, 177, 249, 252
  - nécessaire et suffisante, 273, 276
  - sans contrainte, 175
  - sous contrainte, 247
- condition de Cauchy, 301
- condition de Lipschitz, 212, 301
- condition de Slater, 274
- condition de stationnarité, 176
- conditionnement, 19, 28, 147, 183, 190, 191, 212, 387
  - cas non linéaire, 387
  - pour la norme spectrale, 20
  - préserver le, 30
- conditions d'existence et d'unicité, 301
- conditions de Dirichlet, 330, 357
- conditions de Karush, Kuhn et Tucker, 254
- conditions de Neumann, 357
- conditions de Robin, 357
- conditions de Wolfe fortes, 196
- conditions KKT, 254
- conditions mixtes, 357
- contraction
  - d'un intervalle, 392
  - d'un simplexe, 216
- contrainte
  - active, 168, 251
  - d'égalité, 167, 247
  - d'inégalité, 167, 251

- s'en débarasser, 245
- saturée, 168, 251
- violée, 251
- convergence
  - linéaire, 140, 212
  - quadratique, 144, 212
  - superlinéaire, 146, 213
- correction de rang un, 149, 150
- couplage aux interfaces, 366
- courbes caractéristiques, 359
- coût différentiable, 170
- coût linéaire, 169
- coût non linéaire, 170
- coût quadratique, 169
  - en l'erreur, 181
  - en le vecteur de décision, 182
- critères d'arrêt, 152, 213, 396
  
- Dahlquist, 313
- débogueur numérique, 398
- décomposition de Schur, 65
- décomposition en valeurs singulières, 33, 188
- décomposition spectrale, 66
- déflation, 63
- delta de Kronecker, 185
- dépendance temporelle
  - s'en débarrasser, 299
- dérivées
  - matricielles, 8
  - notations pour les, 8
  - partielles, 116
  - premières, 110
  - secondes, 113
- développement de Taylor, 305, 392
  - du coût, 175, 177, 199
  - reste, 393
- dichotomie, 140
- différence finie, 304
  - arrière, 110, 114
  - avant, 110, 114
  - centrée, 112, 113
  - d'ordre deux, 112
  - d'ordre un, 111
- différentiation
  - automatique, 117
  - de fonctions d'une variable, 110
  - de fonctions multivariées, 116
  - en chaîne, 119
  - progressive, 124, 127
  - rétrograde, 120, 126
- directions conjuguées, 40
- diviser pour régner, 222
- données aberrantes, 261
- double précision, 381
  
- doubles, 381
- dualisation, 121
  - ordre de, 122
- dualité
  - faible, 274
  - forte, 274
  
- EAD, 323
- EDO, 297, 299
  - linéaire, 302
  - raide, 323
- EDP, 355
  - elliptique, 359
  - hyperbolique, 359
  - linéaire, 356, 362
  - linéaire du second ordre, 357
  - parabolique, 359
- efficient global optimization, 223, 278
- EGO, 223, 278
- élément fini, 365
- élimination gaussienne, 25
- encyclopédies, 403
- ensemble
  - borné, 245
  - compact, 245
  - fermé, 245
- ensemble admissible, 166
  - convexe, 271
  - propriétés souhaitables de l', 245
- entrepôt, 404
- eps, 152, 382
- epsilon machine, 152, 382
- équation aux dérivées partielles, 355
- équation caractéristique, 59
- équation d'état, 119, 297
- équation de Burgers, 356
- équation de la chaleur, 359, 362
- équation de Laplace, 359
- équation de quasi-Newton, 149, 208
- équation des cordes vibrantes, 359
- équation des ondes, 356
- équation différentielle ordinaire, 297
- équation polynomiale
  - du second degré, 3
- équation polynomiale
  - d'ordre  $n$ , 62
- équations algébro-différentielles, 323
- équations normales, 183, 334
- erreur de méthode, 86, 375–377
  - bornes, 392
- erreur de méthode locale
  - des méthodes de Runge-Kutta, 306
  - estimation, 318
  - pour une méthode à plusieurs pas, 308

- erreur globale, 321, 378
- erreurs dues aux arrondis, 375, 381
  - effet cumulatif des, 383
- estimateur
  - des moindres carrés, 181
  - des moindres modules, 261
  - minimax, 262
  - robuste, 261
- état, 119, 297
  - étendu, 299
  - quasi-stationnaire, 325
- évaluation de déterminants
  - mauvaise idée, 3
  - utile ?, 58
  - via une factorisation LU, 58
  - via une factorisation QR, 59
  - via une SVD, 59
- évolution différentielle, 220
- expansion d'un simplexe, 215
- expected improvement, 223, 278
- expérience sur ordinateur, 76, 222
- explicitation, 305
  - une alternative à l', 311
- exponentielle de matrice, 302
- exposant, 379
- extrapolation, 75
  - de Richardson, 85, 104, 114, 322
- facteur d'entrée, 87
- factorisation de Cholesky, 42, 181, 183
  - flops, 45
- factorisation LU, 25
  - flops, 45
  - pour des matrices tridiagonales, 44
- factorisation QR, 29, 186
  - flops, 45
- flop, 44
- flottants, 380
- fonction barrière, 255, 257, 275
- fonction d'événement, 302
- fonction d'inclusion, 389
- fonction d'objectif, 166
- fonction d'utilité, 166
- fonction de coût, 166
  - convexe, 272
  - non différentiable, 214
- fonction de pénalisation, 255, 256, 278
- fonctions de base, 81, 332
- fonctions de sensibilité, 203
  - évaluation de, 204
  - pour les EDO, 204
- fonctions de test, 333
- fonctions transcendantes, 382
- forme standard
  - pour des contraintes d'égalité, 247
  - pour des contraintes d'inégalité, 251
  - pour des programmes linéaires, 263
- front de Pareto, 224
- GNU, 406
- GPL, 406
- GPU, 46
- gradient, 9, 116, 175
  - évaluation par différence finie, 117
  - évaluation par différentiation automatique, 117
  - évaluation via des fonctions de sensibilité, 203
- grand O, 11
- hessienne, 9, 116, 177
  - évaluation de, 126
- inégalité de Cauchy-Schwarz, 13
- index différentiel, 326
- indice de performance, 166
- infimum, 167
- initialisation, 151, 213
- intégrateurs d'EDO d'usage général, 303
- intégration de Monte-Carlo, 107
- intégration de Quasi-Monte-Carlo, 109
- intégration garantie d'EDO, 308, 322
- intégrations imbriquées, 107
- intégrer des fonctions
  - d'une variable, 99
  - de plusieurs variables, 107
  - via la résolution d'ODE, 106
- interpolation, 75
  - à plusieurs variables, 87
  - à une variable, 77
  - de Lagrange, 79
  - de Lagrange barycentrique, 79
  - de Neville, 81
  - par krigeage, 88
  - par splines cubiques, 82
  - parabolique, 193
  - polynomiale, 18, 78, 87
  - rationnelle, 84
- intervalle, 389
- inverser une matrice
  - flops, 58
  - utile ?, 57
  - via une factorisation LU, 57
  - via une factorisation QR, 58
  - via une SVD, 58
- itération de point fixe, 141, 146
- itération QR, 65
  - décalée, 66

- jacobien, 9
  - jacobienne, 9, 116
- krigeage, 77, 79, 88, 178, 222
  - approximation des données, 91
  - fonction de corrélation, 89
  - intervalles de confiance, 89
  - moyenne de la prédiction, 89
  - pour l'optimisation, 222, 278
  - variance de la prédiction, 89
- Krylov, 38
- lagrangien, 248, 251, 254, 273
  - augmenté, 258
- LAPACK, 28
- laplacien, 10, 116
- lieu frontière, 317
- logiciels, 406
- maillage, 364
- maille, 364
- malédiction de la dimension, 169
- mantisse, 379
- matrice
  - à diagonale dominante, 22, 36, 37, 329, 362
  - carrée, 17
  - compagne, 62
  - creuse, 18, 43, 53, 54, 329, 362, 369
  - définie positive, 22, 42
  - de Hessenberg, 65
  - de permutation, 27
  - de régression, 182
  - de rang un, 8
  - de Toeplitz, 23, 43
  - de Vandermonde, 43, 80
  - inverse, 8
  - inversion de, 22
  - normale, 64
  - orthonormale, 27
  - produit de, 7
  - singulière, 17
  - symétrique, 22, 63
  - symétrique définie non-négative, 8
  - symétrique définie positive, 8
  - triangulaire, 24
  - tridiagonale, 18, 22, 84, 363
  - unitaire, 27
- maximum de vraisemblance, 180
- MDF, 329, 360
- MEF, 364
- meilleur prédicteur linéaire non biaisé, 179
- méthode
  - de la puissance inverse, 63
  - de la puissance itérée, 62
  - d'Euler
    - explicite, 304
    - implicite, 304
  - de Boole, 102
  - de Brent, 194
  - de Broyden, 148
  - de Bulirsch-Stoer, 322
  - de Galerkin, 332
  - de Gauss-Newton, 202, 212
  - de Gauss-Seidel, 36
  - de Heun, 312, 314
  - de Jacobi, 36
  - de la sécante, 141, 146
  - de Levenberg, 206
  - de Levenberg et Marquardt, 207, 212
  - de Monte-Carlo, 394
  - de Newton, 142, 147, 200, 212, 255, 276, 278
    - amortie, 145, 201
    - pour des racines multiples, 144
    - sur les intervalles, 392
  - de Polack-Ribière, 211
  - de Powell, 197
  - de prédiction, 304
  - de relaxation, 219
  - de Romberg, 104
  - de Simpson 1/3, 101
  - de Simpson 3/8, 102
  - de Wolfe, 195
  - des cordes, 148, 311
  - des différences finies
    - pour des EDO, 329
    - pour les EDP, 360
  - des éléments finis, 364
  - des moindres carrés, 169, 180
  - des trapèzes, 101
  - du gradient, 199, 212
    - stochastique, 218
  - du simplexe
    - de Dantzig, 263
    - de Nelder et Mead, 214
  - de continuation, 151
  - de Gear, 309, 323
  - de gradients conjugués, 39, 210, 213
  - de Ritz-Galerkin, 332, 368
  - de Runge-Kutta-Fehlberg, 319
  - explicites
    - pour les EDO, 304, 306, 308
    - pour les EDP, 361
  - implicites
    - pour les EDO, 304, 309, 311
    - pour les EDP, 361
  - par homotopie, 151
  - à plusieurs pas pour les EDO, 308

- méthodes à points intérieurs, 270, 275, 289
- méthodes à régions de confiance, 193
- méthodes à un pas pour les EDO, 304, 305
- méthodes d'Adams-Bashforth, 308
- méthodes d'Adams-Moulton, 309
- méthodes de Newton-Cotes, 100
- méthodes de prédiction-corrrection, 311
- méthodes de quasi-Newton
  - pour des équations, 148
  - pour l'optimisation, 207, 213
- méthodes de Runge-Kutta, 306
  - imbriquées, 319
- méthodes de tir, 328
- MIMO, 87
- minimiser une espérance, 219
- minimiseur, 167
  - global, 167
  - local, 167
- minimum, 167
  - global, 167
  - local, 167
- mise à l'échelle, 312, 380
- MISO, 87
- modèle à compartiments, 298
- modèle de substitution, 222
- moindres carrés
  - formule des, 182
  - pour les problèmes aux limites, 334
  - quand la solution n'est pas unique, 191
  - régularisés, 191
  - via une factorisation QR, 186
  - via une SVD, 188
- MOOC, 408
- moteurs de recherche, 403
- multiphysique, 358
- multiplicateurs de Lagrange, 248, 251
- multistart, 151, 213, 220
  
- NaN, 381
- no free lunch, 170
- nombre d'or, 146
- nombre de chiffres significatifs, 388, 395
- norme
  - $l_0$ , 13
  - $l_1$ , 12, 261
  - $l_2$ , 12, 181, 182
  - $l_\infty$ , 13, 262
  - 1, 14
  - 2, 14
  - de Frobenius, 14, 41
  - euclidienne, 12
  - infinie, 14
  - spectrale, 14
- norme IEEE 754, 152, 380
  
- normes, 12
  - $l_p$ , 12
  - compatibles, 14
  - induites, 13
  - matricielles, 13
  - pour des vecteurs complexes, 13
  - subordonnées, 13
  - vectérielles, 12
- notations, 7
  - de Vetter, 8
  
- opérateur Nabla, 10
- opérations sur les intervalles, 389
- OpenCourseWare, 408
- optimisation, 166
  - avec un budget serré, 222, 278
  - combinatoire, 168, 287
  - convexe, 271
  - d'un coût non différentiable, 221
  - dans le pire cas, 219
  - en moyenne, 218
  - en nombres entiers, 287
  - fonctionnelle, 168
  - garantie, 222
  - globale, 220
  - itérative, 192
  - linéaire, 260
  - minimax, 219, 223
  - multi-objectif, 224
  - non linéaire, 192
  - par colonies de fourmis, 220
  - par essais de particules, 220
  - robuste, 217
  - sans contrainte, 167, 175
  - sous contrainte(s), 167, 243
- ordre
  - d'une EDO, 297
  - d'une erreur de méthode, 86, 104
  - d'une méthode numérique, 305
- orthogonalisation de Gram-Schmidt, 30
- outliers, 261
- overflow, 381
  
- PageRank, 60
- pas
  - influence sur la stabilité du, 312
  - réglage du, 103, 312, 318, 320
- perturbations singulières, 324
- perturber les calculs, 394
- petit o, 11
- phénomène de Runge, 79, 91
- pires opérations, 402
- pivotage, 27
- plan factoriel, 184, 226

- plateforme de Stewart-Gough, 138
- point en selle, 176
- points d'équilibre, 138
- points de Tchebychev, 79
- polynôme perfide, 70
- polynômes
  - de Bernstein, 331
  - de Legendre, 81, 105
- préconditionnement, 41
- prédicteur non biaisé, 179
- preuve par neuf, 386
- problème
  - aux deux bouts, 326
  - aux limites, 300, 326, 343
  - aux valeurs initiales, 300, 301
  - du voyageur de commerce, 287
  - dual, 274
  - mal conditionné, 191
  - NP, 270
  - primal, 274
- produit scalaire, 385
- programmation, 166
  - en nombres entiers, 168
  - linéaire, 169, 260, 277
  - non linéaire, 192
  - quadratique séquentielle, 259
- programme, 260
- prototypage, 77
- PVC, 287
  
- quadrature, 99
  - adaptative, 99
  - de Gauss-Lobatto, 106
  - gaussienne, 104
  
- rayon spectral, 14
- realmin, 152
- recherche
  - aléatoire, 220
  - aléatoire adaptative, 220
  - unidimensionnelle, 193
  - unidimensionnelle inexacte, 195
- recherches unidimensionnelles
  - combinaison de, 197
- recuit simulé, 220, 288
- redémarrage périodique, 209, 211
- réflexion d'un simplexe, 214
- règle de Cramer, 22
- régression polynomiale, 182
- régularisation, 34, 191, 206
- représentation à virgule flottante, 379
  - normalisée, 379
- résolution itérative
  - de problèmes d'optimisation, 192
  - de systèmes non linéaires, 146
- ressources WEB, 403
- reste de Taylor, 393
- rétrécissement d'un simplexe, 216
- rotations de Givens, 33
  
- saut de dualité, 274
- schéma de Crank-Nicolson, 362
- section dorée, 195
- simple précision, 380
- simplexe, 214
- simplification heureuse, 102, 103, 115
- solution admissible de base, 265
- SOR, 37
- sous-espace de Krylov, 39
- sous-gradient, 214
- spécification de cahier des charges, 244
- splines, 82, 331, 365
- SQP, 259
- stabilité absolue, 314
- stabilité asymptotique, 304
- stabilité des EDO
  - influence sur l'erreur globale, 321
- stockage des tableaux, 45
- substitution arrière, 24
- substitution avant, 24
- successive over-relaxation, 37
- suites à faible discrédance, 109
- supremum, 167
- surcharge d'opérateurs, 126, 389, 396
- SVD, 33
  - flops, 45
- système hybride, 302
- système d'équations linéaires, 17
  - grands, 211
  - spécificité, 137
  - traitement itératif, 35
- système d'équations non linéaires, 137
  - à plusieurs inconnues, 146
  - à une inconnue, 139
  
- test de Student, 395
- test du caractère défini positif, 42
- TeXmacs, 6
- théorème de la limite centrale, 397
- théorème de Schwarz, 9
- traitement d'objectifs en conflit, 224, 244
- transconjugué, 13
- transformation de Householder, 30
- transposition, 7
- trust-region method, 193
- types d'algorithmes numériques, 375
  
- underflow, 381

- unit roundoff, 382
- valeurs propres, 59, 60
  - calcul par itération QR, 65
- valeurs singulières, 14, 20, 188
- variables
  - artificielles, 265
  - d'écart, 251, 263
  - dépendantes, 118
  - de base, 267
  - de décision, 166
  - de surplus, 264
  - hors base, 267
  - indépendantes, 118, 297, 355
- vecteur de Nordsieck, 321
- vecteur dual, 121, 273
- vecteurs propres, 59, 60
  - calcul par itération QR, 66
- vecteurs singuliers, 188
- vitesse de convergence, 15, 212
  - de l'itération de point fixe, 147
  - de la méthode de la sécante, 146
  - de la méthode de Newton, 143, 148
  - de méthodes d'optimisation, 212
- linéaire, 212
- quadratique, 212
- superlinéaire, 213
- zéro informatique, 396, 398
- ZI, 396, 398