

---

## Table des matières

---

<b>Avant-propos</b> . . . . .	11
<b>Introduction</b> . . . . .	17
<b>PREMIÈRE PARTIE. LE HASARD EN OPTIMISATION</b> . . . . .	19
<b>Chapitre 1. Le risque nécessaire</b> . . . . .	21
1.1. Pas mieux qu'au hasard . . . . .	21
1.1.1. Recherche aléatoire uniforme . . . . .	22
1.1.2. Recherche séquentielle . . . . .	22
1.1.3. Gradient partiel . . . . .	23
1.2. Mieux ou moins bien qu'au hasard . . . . .	24
1.2.1. Les problèmes à corrélation positive . . . . .	25
1.2.2. Les problèmes à corrélation négative . . . . .	27
<b>Chapitre 2. Générateurs de nombres aléatoires (GNA)</b> . . . . .	29
2.1. Types de générateurs . . . . .	30
2.2. Le hasard vrai . . . . .	30
2.3. Le hasard simulé . . . . .	31
2.3.1. KISS . . . . .	31
2.3.2. Mersenne-Twister . . . . .	32
2.4. Le hasard simplifié . . . . .	33
2.4.1. Générateur congruentiel linéaire . . . . .	33
2.4.2. Additive . . . . .	35
2.4.3. Multiplicative . . . . .	35
2.5. Le hasard manipulé . . . . .	38

2.5.1. Gaussienne . . . . .	38
2.5.2. Cloche . . . . .	38
2.5.3. Cauchy . . . . .	38
2.5.4. Lévy . . . . .	39
2.5.5. Log-normale . . . . .	39
2.5.6. Distributions composites . . . . .	41
<b>Chapitre 3. Les effets du hasard . . . . .</b>	<b>45</b>
3.1. Initialisation . . . . .	46
3.1.1. Aléatoire uniforme . . . . .	46
3.1.2. À faible divergence . . . . .	47
3.1.3. Techniques <i>No Man's Land</i> . . . . .	48
3.2. Déplacements . . . . .	49
3.3. Distribution des nouvelles positions possibles (DNPP) . . . . .	52
3.4. Confinement, contraintes et réparations . . . . .	53
3.4.1. Confinement brutal . . . . .	55
3.4.2. Confinement aléatoire . . . . .	55
3.4.3. Confinement modéré . . . . .	56
3.4.4. Marche arrière . . . . .	56
3.4.5. Réflexion-diffusion . . . . .	56
3.5. Sélection de stratégies . . . . .	57
<b>DEUXIÈME PARTIE. COMPARAISONS D'OPTIMISEURS . . . . .</b>	<b>59</b>
<b>Chapitre 4. Algorithmes et optimiseurs . . . . .</b>	<b>63</b>
4.1. L'algorithme « Minimaliste » . . . . .	64
4.1.1. Description générale . . . . .	64
4.1.2. Minimaliste en pratique . . . . .	64
4.1.3. Les appels au hasard . . . . .	66
4.2. PSO . . . . .	68
4.2.1. Description . . . . .	68
4.2.2. Les appels au hasard . . . . .	68
4.3. APS . . . . .	69
4.3.1. Description . . . . .	69
4.3.2. Les appels au hasard . . . . .	73
4.4. Exploitation des appels au hasard . . . . .	74
<b>Chapitre 5. Critères de performance . . . . .</b>	<b>75</b>
5.1. L'objet Eff-Rés : construction et propriétés . . . . .	75
5.1.1. Un exemple simple avec la recherche aléatoire . . . . .	76

5.1.1.1. Eff-Rés(Recherche aléatoire, Racine carrée), représentation théorique . . . . .	77
5.1.1.2. Eff-Rés(Recherche aléatoire, Racine carrée), constructions approximatives . . . . .	78
5.2. Critères et mesures . . . . .	80
5.2.1. Critères objectifs . . . . .	80
5.2.1.1. Probabilités des résultats . . . . .	81
5.2.1.2. Probabilités des efforts . . . . .	81
5.2.1.3. Résultat moyen d'un effort . . . . .	83
5.2.1.4. Résultat médian d'un effort . . . . .	85
5.2.1.5. Efficacité normalisée . . . . .	87
5.2.1.6. Cout moyen, cout médian . . . . .	89
5.2.2. Critères partiellement subjectifs . . . . .	89
5.2.2.1. Fragmentation de l'effort . . . . .	89
5.2.2.2. Qualité d'un résultat et taux de réussite . . . . .	92
5.2.2.3. Qualité globale . . . . .	95
5.3. Construction pratique d'un Eff-Rés . . . . .	97
5.3.1. Un exemple détaillé : (Minimaliste, Alpine 2D) . . . . .	98
5.3.1.1. Représentation . . . . .	98
5.3.1.2. Test de corrélation . . . . .	98
5.3.1.3. Optimisation . . . . .	100
5.3.1.4. Évolution des résultats moyens et médians, en fonction du nombre d'essais . . . . .	100
5.3.1.5. Taux de réussite . . . . .	100
5.3.1.6. Résultat moyen et résultat médian en fonction de l'effort . . . . .	102
5.3.1.7. Construction de l'Eff-Rés . . . . .	102
5.3.1.8. Représentation . . . . .	104
5.3.1.9. Quelques autres indicateurs de performance . . . . .	104
5.3.2. Interprétations qualitatives . . . . .	107
5.4. En bref . . . . .	110
<b>Chapitre 6. Comparer des optimiseurs . . . . .</b>	<b>111</b>
6.1. Recueil des données et prétraitement . . . . .	113
6.2. Analyse critique des comparaisons . . . . .	115
6.2.1. Influence du critère et du nombre d'essais . . . . .	115
6.2.2. Influence du niveau d'effort . . . . .	118
6.2.3. Comparaison globale . . . . .	118
6.2.4. Influence du GNA . . . . .	122
6.3. Incertitudes de l'analyse statistique . . . . .	123
6.3.1. Indépendance des essais . . . . .	125
6.3.2. Seuil de confiance . . . . .	125

6.3.3. Taux de réussite . . . . .	125
6.4. Remarques sur les jeux d'essai . . . . .	125
6.4.1. Grille d'analyse . . . . .	126
6.4.2. Représentativité . . . . .	129
6.5. Précision et prudence . . . . .	129
<b>TROISIÈME PARTIE. ANNEXES . . . . .</b>	<b>131</b>
<b>Chapitre 7. Le hasard superflu ? Optimiseurs à liste . . . . .</b>	<b>133</b>
7.1. Listes par troncatures . . . . .	134
7.2. Listes semi-empiriques . . . . .	136
7.3. Micro-robots . . . . .	136
<b>Chapitre 8. Biais et signatures . . . . .</b>	<b>139</b>
8.1. L'impossible Plateau . . . . .	139
8.2. Signature d'un optimiseur . . . . .	140
<b>Chapitre 9. Un pseudo-article scientifique . . . . .</b>	<b>145</b>
9.1. L'article . . . . .	145
9.1.1. Introduction . . . . .	145
9.1.2. L'algorithme Zébra-G . . . . .	146
9.1.3. Validation de l'algorithme . . . . .	147
9.1.4. Discussion et conclusion . . . . .	148
9.1.5. Bibliographie . . . . .	148
9.2. Commentaires critiques . . . . .	150
<b>Chapitre 10. Petit bêtisier . . . . .</b>	<b>153</b>
<b>Chapitre 11. Compléments mathématiques . . . . .</b>	<b>159</b>
11.1. Ensemble clos par permutations . . . . .	159
11.2. Tirages avec et sans remise . . . . .	159
11.3. Propriétés des générateurs Additive et Multiplicative . . . . .	161
11.3.1. Additive . . . . .	161
11.3.2. Multiplicative . . . . .	162
<b>Chapitre 12. Problèmes . . . . .</b>	<b>165</b>
12.1. Trompeuse 1 (Flash) . . . . .	165
12.2. Trompeuse 2 (Peigne) . . . . .	165

---

12.3. Trompeuse 3 (Brosse)	166
12.4. Alpine	166
12.5. Rosenbrock	166
12.6. Enceinte sous pression	166
12.7. Sphère	167
12.8. Voyageur de commerce six villes	167
12.9. Voyageur de commerce quatorze villes (Burma 14)	168
12.10. Tripod	169
12.11. Train d'engrenages	169
<b>Chapitre 13. Codes sources</b>	<b>171</b>
13.1. Générations aléatoires et échantillonnages	171
13.1.1. Instructions préalables pour les codes Scilab	171
13.1.2. Tirage d'un nombre pseudo-aléatoire, selon options	172
13.1.3. Hasard vrai	174
13.1.4. Hasard manipulé	175
13.1.4.1. Approximation de la distribution de Lévy	177
13.1.5. Initialisations uniformes (continues, combinatoires)	178
13.1.6. Initialisations régulières (Sobol, Halton)	179
13.1.7. Techniques <i>No Man's Land</i>	179
13.1.8. Échantillonnages	180
13.1.9. Déplacements et confinements	183
13.2. Utilitaires	184
13.3. Opérations combinatoires	184
13.4. Algorithme Aléatoire	188
13.5. Algorithme Minimaliste	190
13.6. Algorithme SPSO	193
13.7. Algorithme APS	200
13.8. Algorithme $\mu$ PSO	211
13.9. Problèmes	216
13.9.1. Définitions des problèmes	216
13.9.2. Paysage d'un problème	224
13.10. Traitements des résultats	225
13.10.1. Qualité (y.c. courbes)	225
13.10.2. Critères divers (y.c. courbes)	226
13.10.3. Construction d'un Eff-Rés	229
13.11. Traitements d'un Eff-Rés	231
13.11.1. Représentation graphique	231
13.11.2. Interpolation	232
13.11.3. Critères de performance (y.c. courbes)	233

13.12. Histogrammes, diagrammes polaires . . . . .	237
13.13. Figures diverses . . . . .	238
13.14. Tests (biais, corrélation) . . . . .	241
<b>Bibliographie</b> . . . . .	<b>247</b>
<b>Index</b> . . . . .	<b>253</b>