

# Table des figures

1.1	Les 12 grandes familles linguistiques de Merritt Ruhlen . . . . .	17
1.2	Le cerveau du patient “Tan” de Paul Broca . . . . .	19
1.3	Triangle vocalique de l’anglais . . . . .	31
1.4	Une proposition de phylogénie des espèces humaines, selon Conroy [Conroy, 1997] . . . . .	43
2.1	Les trois dimensions du “système langage” . . . . .	59
2.2	Différents niveaux d’auto-organisation dans les systèmes langagiers . . . . .	66
2.3	Espaces des possibles génomiques . . . . .	68
2.4	Evolution d’une masse sous l’action de la gravitation . . . . .	78
2.5	Variation et changement dans l’espace des possibles d’un système . . . . .	83
2.6	Réseau social basé sur la théorie de Milroy [Milroy, 1992] . . . . .	89
2.7	Catégories phonologiques de deux locuteur Fang, d’après [Hombert & Puech, 1984] . . . . .	90
2.8	Emergence et diffusion de changements . . . . .	91
2.9	Modes de changements entre deux états <b>A</b> et <b>B</b> d’un système . . . . .	94
2.10	Courbe logistique . . . . .	96
2.11	Evolution d’un système par bifurcations . . . . .	99
2.12	Compétition entre mots pour l’émergence d’un lexique [Steels, 1996] . . . . .	101
2.13	Evolution par diversification sans tendance évolutive . . . . .	103
2.14	Evolution par diversification avec tendance évolutive . . . . .	104
2.15	Evolution par diversification sans tendance évolutive mais effet de barrière . . . . .	104
2.16	Un paysage énergétique plat sans états optimaux . . . . .	108
2.17	Paysage énergétique présentant une topographie marquée . . . . .	108
3.1	L’architecture de Von Neumann . . . . .	111
3.2	Schéma d’un perceptron multi-couches . . . . .	117
3.3	Interaction lors d’un naming game . . . . .	119
3.4	Evolution de la cohérence de deux populations de taille identique en situation de contact linguistique . . . . .	121
3.5	Evolution du vocabulaire emprunté de deux populations de taille identique en situation de contact linguistique . . . . .	122
3.6	Evolution de la cohérence de deux populations de tailles différentes en situation de contact linguistique . . . . .	122
3.7	Evolution du vocabulaire emprunté de deux populations de tailles différentes en situation de contact linguistique . . . . .	123
3.8	Impact du contexte sémantique et homophones : interactions à un mot et ratio concepts sur mots égal à 1 . . . . .	123

3.9	Impact du contexte sémantique et homophones : interactions à deux mots et ratio concepts sur mots égal à 1 . . . . .	124
3.10	Impact du contexte sémantique et homophones : interactions à un mot et ratio concepts sur mots égal à 3 . . . . .	124
3.11	Impact du contexte sémantique et homophones : interactions à deux mots et ratio concepts sur mots égal à 3 . . . . .	125
3.12	Le composant graphique <b>TimeGraph</b> , pour l’affichage de courbes de fonctions dépendantes du temps . . . . .	142
3.13	Le composant graphique <b>Graph2D</b> , pour la représentation d’espaces bidimensionnels . . . . .	142
3.14	Le composant graphique <b>TextDisplay</b> , pour l’affichage de texte . . . . .	143
3.15	Une interface pour modifier les paramètres d’un prototype de courbe pour le composant graphique TimeGraph . . . . .	144
3.16	Interface graphique principale du logiciel Lemmings . . . . .	146
3.17	Exemple de module pour la plate-forme LEMMingS : transformée de Fourier et détection d’événements dans le signal . . . . .	149
3.18	Exemple de module pour la plate-forme LEMMingS : module de cartographie . . . . .	149
4.1	Diversité des états possibles et diversité des états réels . . . . .	163
4.2	Epoques et industries de la préhistoire . . . . .	166
4.3	Schéma des chocs des molécules de gaz parfait . . . . .	173
4.4	Un exemple de mouvement brownien en dimension 2 . . . . .	175
4.5	Mouvement pseudo-brownien . . . . .	176
4.6	Impact de la directionnalité sur la fréquence de contact pour différents angles de variation de la direction ( $r = 1.25km$ ) . . . . .	176
4.7	Impact de la directionnalité sur la fréquence de contact pour différents angles de variation de la direction ( $r = 5km$ ) . . . . .	177
4.8	Evolution des probabilités de monogénèse et de polygénèse d’une innovation en fonction de la probabilité d’émergence en un site . . . . .	181
4.9	Evolution du ratio probabilité de polygénèse sur probabilité de monogénèse en fonction de la probabilité d’émergence en un site . . . . .	181
4.10	Reproduction expérimentale des résultats théoriques de [Freedman and Wang, 1996] . . . . .	183
4.11	Schéma des probabilités de polygénèse et de monogénèse pour une densité de 0.0001 groupes au $km^2$ . . . . .	184
4.12	Schéma des probabilités de polygénèse et de monogénèse pour une densité de 0.001 groupes au $km^2$ . . . . .	185
4.13	Schéma des probabilités de polygénèse et de monogénèse pour une densité de 0.01 groupes au $km^2$ . . . . .	185
4.14	Schéma des probabilités de polygénèse et de monogénèse pour un ratio de probabilités $\frac{P_i}{P_c}$ de 10.0 . . . . .	186
4.15	Schéma des probabilités de polygénèse et de monogénèse pour un ratio de probabilités $\frac{P_i}{P_c}$ de 50.0 . . . . .	186
4.16	Schéma des probabilités de polygénèse et de monogénèse pour un ratio de probabilités $\frac{P_i}{P_c}$ de 500.0 . . . . .	187
4.17	Simulation multi-agents d’une diffusion d’innovation dans une macro-population humaine ; début de la diffusion : émergence de l’innovation en un site . . . . .	188
4.18	Simulation multi-agents d’une diffusion d’innovation dans une macro-population humaine ; progression de la diffusion . . . . .	189

---

4.19	Scénario d'émergence des langues illustrant une polygenèse <b>et</b> une origine unique des langues actuelles . . . . .	195
4.20	Un paysage énergétique séparé en deux régions par une barrière énergétique . . .	202
4.21	Traits des segments des langues du monde [Marsico & al., 2002] . . . . .	206
4.22	Evolution par diversification sans tendance évolutive mais effet de barrière . . . .	214
4.23	Evolution de la distribution des items de l'espace des possibles au court du temps	214
5.1	Topographie contemporaine de la région de Wallacea . . . . .	220
5.2	Evolution du paléo-climat au cours du Pléistocène, d'après [Conroy, 1997] . . . .	221
5.3	Carte des terres européennes émergées avec une baisse du niveau marin de 80 mètres	222
5.4	Evolution du niveau des mers à la Barbade au cours du dernier épisode glaciaire, reproduit d'après [Bard et al., 1990], original de [Schakleton, 1987] . . . . .	223
5.5	Evolution du niveau des mers à la péninsule du Huon au cours du dernier épisode glaciaire (minima and maxima), reproduit d'après [Lambeck et al., 2001] . . . . .	224
5.6	Région de Wallacea, niveau relatif des mers de -50m . . . . .	224
5.7	Région de Wallacea, niveau relatif des mers de -80m . . . . .	225
5.8	Localisation des plus anciens sites australiens et papous . . . . .	226
5.9	Routes migratoires proposées par Birdsell [Birdsell, 1977] . . . . .	228
5.10	Visibilité et rotondité de la Terre . . . . .	230
5.11	Principales routes menant vers l'Asie depuis l'Afrique de l'est . . . . .	239
5.12	Topographie contemporaine des îles Andaman et Nicobar . . . . .	241
5.13	Iles Andaman et Nicobar, niveau relatif des mers de -60m . . . . .	242
5.14	Différents types causatifs, reproduction d'après [Shibatani & Pardeshi, 2001] (p. 101) . . . . .	252
5.15	Comparaison des structures crâniennes d' <i>Homo erectus</i> (gauche) et d' <i>Homo sapiens</i> (droite), reproduction d'après [Balter, 2002] (p. 1220) . . . . .	254
6.1	Paysage énergétique avec un minimum absolu . . . . .	260
6.2	Paysage énergétique avec deux minima locaux . . . . .	260
6.3	Somme normalisée de deux Gaussiennes présentant deux pics bien distincts . . .	277
6.4	Somme normalisée de deux Gaussiennes présentant deux pics très rapprochés . .	277
6.5	Paysage énergétique défini par la fonction $f$ . . . . .	282
6.6	Evolution du système sous contrainte par optimisations locales . . . . .	283
6.7	Evolution du système en l'absence de contraintes . . . . .	284
6.8	Evolution selon une distribution des changements sous contraintes après 10,000 pas de temps . . . . .	285
6.9	Evolution selon une distribution des changements sous contraintes après 20,000 pas de temps . . . . .	286
6.10	Evolution de l'énergie du système linguistique . . . . .	288
6.11	Un indicateur des changements d'un système en évolution : distance entre les barycentres du système pour deux périodes consécutives . . . . .	288
6.12	Evolution du ratio de la distance entre barycentres sur la moyenne des écarts-types des distributions des deux périodes temporelles consécutives considérées . . . . .	289
6.13	Evolution du nombre de changements en fonction de la variance de la distribution des transformations possibles . . . . .	289
6.14	Evolution de la distance entre barycentres pour une variance égale à 0.002 . . . .	290
6.15	Evolution de la distance entre barycentres pour une variance égale à 0.006 . . . .	291
6.16	Un paysage énergétique avec seize bassins d'attraction . . . . .	292

6.17	Evolution de l'entropie d'un ensemble de systèmes linguistiques lors de l'exploration de l'espace des possibles . . . . .	292
6.18	Vue de la diversité linguistique d'un ensemble de systèmes linguistiques après exploration de l'espace des possibles . . . . .	293
6.19	Evolution de deux locuteurs en l'absence de liens sociaux (variance sociale = 0.0001)	295
6.20	Evolution de deux locuteurs unis par deux liens positifs symétriques de valeur 1.0 (variance sociale = 0.0001) . . . . .	295
6.21	Evolution de deux locuteurs unis par deux liens positifs symétriques de valeur 10.0 (variance sociale = 0.0001) . . . . .	296
6.22	Evolution de deux locuteurs unis par deux liens négatifs symétriques de valeur -1.0 (variance sociale = 0.0001) . . . . .	296
6.23	Evolution de deux locuteurs unis par deux liens négatifs symétriques de valeur -10.0 (variance sociale = 0.0001) . . . . .	297
6.24	Evolution de la distance moyenne au barycentre en fonction des liens (symétriques) entre agents . . . . .	298
6.25	Evolution de la distance moyenne parcourue par les agents et le barycentre en fonction des liens (symétriques) entre agents . . . . .	299
6.26	Evolution de deux locuteurs unis par deux liens positifs symétriques de valeur 1.0 pour une variance sociale égale à 0.001 . . . . .	300
6.27	Evolution de deux locuteurs unis par deux liens positifs symétriques de valeur 1.0 pour une variance sociale égale à 0.0001 . . . . .	300
6.28	Evolution de l'entropie du système et de la distance moyenne parcourue par les locuteurs en fonction de la variance de la distribution sociale . . . . .	301
6.29	Evolution de la distance moyenne parcourue par les agents en fonction de la variance sociale . . . . .	301
6.30	Evolution de deux locuteurs unis par des liens positifs symétriques et initialement localisés en deux positions distinctes de l'espace des possibles . . . . .	302
6.31	Evolution de deux locuteurs unis par des liens positifs ou nuls asymétriques et initialement localisés en deux positions distinctes de l'espace des possibles . . . . .	303
6.32	Evolution de la distance moyenne parcourue par le barycentre et les agents en fonction du nombre d'agents . . . . .	305
6.33	Evolution de la distance moyenne des agents au barycentre du système en fonction du nombre d'agents . . . . .	306
6.34	Evolution de la distance moyenne parcourue par le barycentre pour les trois situations . . . . .	308
6.35	Evolution de la distance moyenne au barycentre en fonction des liens (symétriques) entre agents en présence de contraintes naturelles . . . . .	310
6.36	Evolution de la distance moyenne parcourue par les agents et le barycentre en fonction des liens (symétriques) entre agents en présence de contraintes naturelles	311
6.37	Evolution de l'entropie du système en fonction des liens (symétriques) entre agents en présence de contraintes naturelles . . . . .	311
6.38	Trajectoires évolutives de deux agents liés par des liens positifs de valeur 1.0, 5000 pas de temps . . . . .	312
6.39	Trajectoires évolutives de deux agents liés par des liens positifs de valeur 1.0, 7000 pas de temps . . . . .	313
6.40	Trajectoires évolutives de deux agents liés par des liens positifs de valeur 1.0, 8000 pas de temps . . . . .	314

---

6.41	Evolution de la distance moyenne des agents au barycentre du système en fonction du nombre d'agents (liens symétriques de valeur 1.0 entre tous les agents) . . . .	315
6.42	Evolution de la distance moyenne parcourue par le barycentre en fonction du nombre d'agents . . . . .	315
6.43	Evolution de l'entropie du système en fonction du nombre d'agents . . . . .	316
6.44	Evolution de la distance moyenne parcourue par les agents en fonction du nombre d'agents . . . . .	316
6.45	Evolution des barycentres des membres de deux classes différentes, et comparaison avec les trajectoires de deux agents de ces classes . . . . .	318
6.46	Différentes topologies de l'espace énergétique aptes à rendre compte des quatre schémas de stabilité et d'émergence de Greenberg [Greenberg, 1987] (p. 76) . . .	322
6.47	Distance moyenne au barycentre au cours des 4 phases du scénario d'évolution des structures sociétales . . . . .	323
6.48	Distance moyenne parcourue par les agents au cours des 4 phases du scénario d'évolution des structures sociétales . . . . .	324
6.49	Distance moyenne parcourue par le barycentre du macro-système au cours des 4 phases du scénario d'évolution des structures sociétales . . . . .	324
1	Proposition de classification des langues des îles Andaman . . . . .	346