

La sphère sémantique
Tome 1 : Computation, cognition, économie de
l'information

Prof. Pierre Lévy
Membre de la Société Royale du Canada
Titulaire de la Chaire de Recherche du Canada en Intelligence Collective
Université d'Ottawa

9 mai 2011

Ce livre est dédié à Darcia

« ... Nef magique et suprême ! elle a, rien qu'en marchant,
Changé le cri terrestre en pur et joyeux chant,
Rajeuni les races flétries,
Établi l'ordre vrai, montré le chemin sûr,
Dieu juste ! et fait entrer dans l'homme tant d'azur
Qu'elle a supprimé les patries !
Faisant à l'homme avec le ciel une cité,
Une pensée avec toute l'immensité,
Elle abolit les vieilles règles ;
Elle abaisse les monts, elle annule les tours,
Splendide, elle introduit les peuples, marcheurs lourds,
Dans la communion des aigles.
Elle a cette divine et chaste fonction
De composer là-haut l'unique nation,
A la fois dernière et première,
De promener l'essor dans le rayonnement,
Et de faire planer, ivre de firmament,
La liberté dans la lumière. »

V. HUGO, *La Légende des siècles* (derniers vers de « Plein Ciel »)

Table des matières

Chapitre 1. Introduction générale	17
1.1. Vision : augmenter les processus cognitifs	18
1.1.1. L'impératif sémantique	18
1.1.2. L'impératif éthique	20
1.1.3. L'impératif technique	20
1.2. Le chemin : une aventure intellectuelle transdisciplinaire	21
1.2.1. Les années de formation 1975-1992	21
1.2.2. Les années de conception 1992-2002	27
1.2.2.1. Le trivium généralisé	27
1.2.2.2. Les archétypes	30
1.2.2.3. La triplication	33
1.2.2.4. Dialectique de l'adresse et du message	36
1.2.2.5. Vers une dialectique du virtuel et de l'actuel	36
1.2.2.6. Approfondissements	37
1.2.3. Les années de gestation 2002-2010	39
1.2.3.1. Un modèle de l'intelligence collective	39
1.2.3.2. Un langage régulier	41
1.3. Le fruit : vers une cognition hypercorticale	44
1.3.1. Un système de coordonnées	45
1.3.1.1. Connexions paradigmatiques	46
1.3.1.2. Connexions syntagmatiques	48
1.3.1.3. Une topologie computationnelle	48
1.3.2. Une économie de l'information	49
1.3.3. Un Hypercortex au service de l'augmentation cognitive	50
1.3.3.1. Un modèle scientifique de la cognition humaine	50
1.3.3.2. Une gestion des connaissances respectueuse de la diversité culturelle	51
1.3.3.3. Une écriture permettant la maîtrise intellectuelle des flux d'information	51

1.3.3.4. Ouverture humaniste ou singularité post-humaine ?	52
1.4. Plan général de cet ouvrage	53
PREMIÈRE PARTIE. PHILOSOPHIE DE L'INFORMATION	55
Chapitre 2. La nature de l'information	59
2.1. Orientation	59
2.2. Le paradigme informationnel	63
2.2.1. Information et systèmes symboliques	63
2.2.2. Aux sources du paradigme informationnel	65
2.2.3. L'information entre forme et différence	69
2.2.4. L'information et le temps	73
2.3. Les couches de codage	74
2.3.1. Une structure en couches	74
2.3.2. Les couches physico-chimiques et organiques	75
2.3.3. La couche phénoménale	77
2.3.4. La couche symbolique	79
2.3.5. Une vue synthétique du feuilletage informationnel	83
2.4. L'évolution dans la nature de l'information	85
2.5. L'unité de la nature	89
2.5.1. Information naturelle et information culturelle	89
2.5.2. La nature comme « grand symbole »	90
Chapitre 3. La cognition symbolique	95
3.1. Circonscription du champ de la cognition symbolique	96
3.1.1. Singularité	96
3.1.2. Dimensions sociales et techniques	96
3.1.3. La manipulation symbolique dépasse largement la compétence linguistique et la « raison »	97
3.2. La réflexivité secondaire de la cognition symbolique	98
3.2.1. La réflexivité primaire de la conscience phénoménale	98
3.2.2. La réflexivité secondaire de la conscience discursive	99
3.3. La puissance symbolique et ses manifestations	100
3.4. L'enveloppement réciproque du monde phénoménal et du monde sé- mantique	102
3.5. L'intelligence ouverte de la culture	104
3.6. Différences entre l'intelligence collective animale et l'intelligence col- lective humaine	106
Chapitre 4. La conversation créatrice	109
4.1. Au-delà de la « bêtise collective »	109
4.2. L'explicitation réflexive et le partage des savoirs	112

4.2.1. Gestion personnelle et gestion sociale des connaissances	112
4.2.1.1. Introduction à la gestion des connaissances	112
4.2.1.2. Le cycle de la gestion personnelle des connaissances	113
4.2.2. Le rôle de l'explicitation dans la gestion sociale des connaissances	116
4.2.3. Dialectique de la mémoire et de la conversation créatrice	120
4.3. Le médium symbolique de la conversation créatrice	124
4.3.1. La question du médium symbolique	124
4.3.2. L'articulation métalinguistique de la mémoire organisée	127
4.3.3. Comment la conversation créatrice peut-elle organiser la mémoire numérique ?	129
Chapitre 5. Pour une mutation épistémologique des sciences de l'homme	135
5.1. L'enjeu du développement humain	135
5.1.1. L'éventail du développement humain	136
5.1.2. A la recherche de modèles du développement humain	137
5.1.3. Capital social et développement humain	138
5.1.4. Société du savoir et développement humain : un modèle à six pôles	139
5.2. Critique des sciences de l'homme	142
5.2.1. Sciences de l'homme et sciences de la nature	143
5.2.2. La fragmentation interne	145
5.2.3. La faiblesse méthodologique	145
5.2.4. L'incoordination	146
5.3. Le triple renouveau des sciences de l'homme	148
5.3.1. De nouvelles possibilités de collaboration	148
5.3.1.1. L'accès direct aux données et aux outils, leur exploitation collective	149
5.3.1.2. La publication ouverte	149
5.3.1.3. Un nouveau type de conversation créatrice informelle	150
5.3.2. De nouvelles possibilités d'observation, de mémoire et de calcul	150
5.3.2.1. Disponibilité des données et de la puissance de calcul	150
5.3.2.2. Absence d'outils de synthèse sémantique pour exploiter la nouvelle situation	152
5.3.3. Vers un système de coordonnées sémantique	153
5.3.3.1. Rappels historiques	153
5.3.3.2. Un métalangage au service des sciences de l'homme	154
5.4. L'ouroboros	156
Chapitre 6. L'économie de l'information	159
6.1. La symbiose du capital de connaissances et du travail cognitif	160
6.1.1. Généalogie du capital	160
6.1.2. Le bien commun : interdépendance des populations humaines, des écosystèmes d'idées et des écosystèmes biologiques	162
6.2. Vers une autogestion scientifique de l'intelligence collective	164

6.2.1. L'économie politique et l'intelligence collective	164
6.2.2. L'autopoïèse de l'intelligence collective	167
6.3. Les flux d'énergie symbolique	168
6.3.1. Position du problème de l'équivalent général	168
6.3.2. La puissance du mana	169
6.3.3. Le circuit intégral de l'information	172
6.4. Écosystèmes d'idées et économie de l'information sémantique	173
6.4.1. Un paradigme « éco » pour penser l'information sémantique	173
6.4.1.1. Etymologie et approche générale	173
6.4.1.2. Distinction entre unité et uniformité	174
6.4.2. Les écosystèmes d'idées en épistémologie	175
6.4.3. Caractères généraux des écosystèmes d'idées	176
6.4.3.1. Les écosystèmes d'idées vivent en interdépendance avec les populations <i>humaines</i>	176
6.4.3.2. Le monde des idées n'est pas <i>séparé</i> du monde sensible	177
6.4.3.3. Les écosystèmes d'idées <i>évoluent</i>	178
6.5. L'économie de l'information sémantique dans le médium numérique	179
6.5.1. Les prophètes des médias et du <i>global brain</i>	179
6.5.2. Économie de l'information sémantique et bien commun dans le médium numérique	181
DEUXIÈME PARTIE. MODÉLISER LA COGNITION	185
Chapitre 7. Introduction à une connaissance scientifique de l'esprit	189
7.1. La recherche	189
7.1.1. Profession de foi pragmatique	189
7.1.2. Questions initiales	189
7.1.3. Instrumentation	190
7.1.4. Sujet-objet	191
7.1.5. Méthode et résultat	192
7.2. L'esprit dans la nature	193
7.2.1. L'uni-dualité de la nature communicationnelle	193
7.2.1.1. Les sphères de communication virtuelle et actuelle	193
7.2.1.2. L'espace-temps actuel	194
7.2.1.3. L'espace-temps virtuel	194
7.2.1.4. Coémergence interdépendante des sphères virtuelle et actuelle	195
7.2.2. L'uni-ternarité de la nature communicationnelle	197
7.3. Les trois fonctions symboliques du Cortex	199
7.3.1. La fonction syntaxique	201
7.3.2. La fonction sémantique	201
7.3.3. La fonction pragmatique	202
7.3.3.1. Interprétation, mémoire, action	202
7.3.3.2. Idées	202

7.3.3.3. Pragmatique et rhétorique généralisée	202
7.3.4. Dialectique signe (S) / être (B) / chose (T) de la cognition symbolique	203
7.4. Le modèle IEML de la cognition symbolique	204
7.4.1. La sphère sémantique, fondement mathématique du modèle IEML de l'esprit	204
7.4.2. Le Cortex, l'Hypercortex et la sphère sémantique	205
7.4.3. Le Cortex, l'Hypercortex et l'esprit	205
7.4.4. Structure générale du modèle IEML	206
7.4.5. IEML comme machine : propriétés formelles	207
7.4.5.1. Vers un calcul sémantique universel	207
7.4.5.2. Les trois modules de la machine IEML	208
7.4.6. IEML comme métalangage : propriétés sémantiques	208
7.4.6.1. STAR : un système d'exploitation linguistique de la machine sémantique IEML	208
7.4.6.2. IEML comme langue humaine	209
7.4.6.3. IEML comme langage informatique	209
7.4.7. IEML comme univers de jeux : propriétés pragmatiques.	211
7.4.7.1. Les fonctions herméneutiques et la production d'idées	211
7.4.7.2. Interopérabilité des jeux IEML	211
7.4.7.3. Jeux IEML et gestion des connaissances	212
7.5. Architecture de l'Hypercortex	213
7.5.1. L'Internet	214
7.5.2. La sphère sémantique IEML	214
7.5.3. Interdépendance de la sphère sémantique et de l'Internet	215
7.5.4. Nouvelles perspectives en informatique et en sciences humaines	215
7.6. Vision de survol : vers une intelligence collective réflexive	216
Chapitre 8. Perspective informatique : vers une intelligence réflexive	219
8.1. L'intelligence collective augmentée	219
8.1.1. Un nouveau champ de recherches	221
8.1.2. Une direction d'évolution culturelle à long terme	223
8.2. Les fins de la manipulation automatique de symboles : modélisation cognitive et connaissance de soi	225
8.2.1. Substitution ou augmentation ?	225
8.2.2. Modélisation d'intelligences séparées ou connectées ?	226
8.2.3. Machines conscientes ou machines miroirs de la cognition collective ?	229
8.2.3.1. Incarnation	229
8.2.3.2. Connais-toi toi-même	230
8.2.3.3. Conscience réflexive et computation du sens	231
8.2.3.4. L'Hypercortex au service de l'intelligence réflexive	232

8.3. Les moyens de la manipulation automatique de symboles : au-delà des probabilités et de la logique	233
8.3.1. Exploration de graphes	233
8.3.2. Limites des statistiques	234
8.3.3. Limites de la logique	234
8.3.4. On ne peut modéliser la cognition symbolique sans reconnaître pleinement l'interdépendance où elle s'origine	236

Chapitre 9. Présentation générale de la sphère sémantique IEML 239

9.1. Idées	240
9.1.1. Structure interne	240
9.1.1.1. Percepts	241
9.1.1.2. Affects	242
9.1.1.3. Concepts	242
9.1.1.4. Unité interne	242
9.1.2. Production des idées	243
9.1.3. Réseaux d'idées	244
9.2. Concepts	245
9.2.1. Un concept réfléchit une catégorie dans un symbole	245
9.2.2. Un concept interconnecte des concepts	246
9.2.3. Le modèle IEML du concept	247
9.2.4. Adressage des idées par les concepts	247
9.2.4.1. Sur le rapport des idées et des concepts	247
9.2.4.2. Pourquoi est-ce le concept qui adresse l'idée ?	248
9.2.4.3. Nature de l'adressage sémantique	249
9.3. Unité et calculabilité	249
9.3.1. Calculabilité fonctionnelle	249
9.3.2. Unité de l'esprit	250
9.3.3. Contraintes de calculabilité s'imposant au système de coordonnées sémantique	251
9.4. Symétrie	253
9.4.1. Unité et symétrie	253
9.4.2. Théorie des graphes et sciences humaines	255
9.4.3. Théorie des groupes et sciences humaines	256
9.5. Cohérence interne	258
9.5.1. La formalisation mathématique des concepts est une nécessité méthodologique	259
9.5.2. Le code identificatoire des concepts ne peut reposer directement sur des données empiriques	261
9.5.2.1. Inadéquation d'un fondement neuronal	261
9.5.2.2. Inadéquation d'un fondement socio-technique	261
9.5.2.3. Inadéquation d'un fondement dans les langues naturelles	262
9.5.2.4. Conclusion	262

9.5.3. Les concepts ne peuvent être distingués que par leurs relations mutuelles	262
9.6. Complexité inépuisable	264
9.6.1. Complexité inépuisable de l'esprit	264
9.6.2. Variété illimitée des concepts et de leurs transformations	265
9.6.3. Taille illimitée des concepts	266
Chapitre 10. Le métalangage IEML	269
10.1. Le problème du codage des concepts	269
10.2. Les unités du texte	272
10.2.1. Couches d'unités textuelles	273
10.2.2. Classes d'unités textuelles	274
10.2.3. Rôles des unités textuelles	275
10.3. Les circuits du sens	276
10.3.1. Langue et parole	276
10.3.2. Circuits paradigmatiques	276
10.3.3. Circuits syntagmatiques	278
10.4. Entre texte et circuits	279
10.4.1. Qu'est-ce que le sens ?	279
10.4.2. Correspondances entre chaînes de signifiants et circuits de signi- fiés : la machine sémantique naturelle	281
10.4.3. Indépendance des machines textuelle et conceptuelle	282
10.4.4. Interdépendance des machines textuelles et conceptuelles	285
Chapitre 11. La machine sémantique IEML	287
11.1. Vue générale des fonctions propres à la cognition symbolique	287
11.1.1. Les fonctions arithmétiques et logiques	287
11.1.2. Les fonctions herméneutiques	289
11.1.3. Les fonctions sémantiques naturelles	289
11.1.3.1. Fonction textuelle	291
11.1.3.2. Fonction linguistique	291
11.1.3.3. Fonction conceptuelle	291
11.1.3.4. Interdépendance des fonctions sémantiques	291
11.2. Contraintes pesant la construction de la machine sémantique IEML	292
11.2.1. Les concepts sont codés en IEML comme des réseaux sémantiques	293
11.2.2. Les fonctions conceptuelle, textuelle et linguistique de la ma- chine sémantique IEML sont inséparables	293
11.2.3. Les concepts codés en IEML sont les variables d'un groupe de transformation	293
11.2.4. Les concepts codés en IEML sont traduits automatiquement en langues naturelles	294
11.3. La machine textuelle IEML (S)	296
11.3.1. Introduction à la machine textuelle	296

11.3.2. Propriétés mathématiques d'IEML	296
11.4. Le moteur linguistique STAR (B)	298
11.4.1. Introduction à la fonction linguistique	298
11.4.2. Métalangage	298
11.4.3. Règles de construction des circuits	299
11.4.4. Le dictionnaire	299
11.4.5. Le dialecte STAR	300
11.4.6. De l'USL au circuit sémantique	301
11.5. La machine conceptuelle (T)	302
11.5.1. Transformation de circuits sémantiques	302
11.5.2. Ouverture et complexité des circuits de la sphère sémantique	303
11.6. Conclusion	305
11.6.1. L'unité d'information sémantique	305
11.6.2. Les deux faces de la sphère sémantique	306
11.6.3. Directions de développement	306
Chapitre 12. L'Hypercortex	309
12.1. Le rôle des médias et systèmes symboliques dans la cognition	309
12.2. Le médium numérique	311
12.2.1. Définition générale	311
12.2.2. L'automatisation de la manipulation de symboles	312
12.2.3. La numérisation de la mémoire	313
12.2.4. Le cloisonnement des systèmes symboliques	314
12.2.5. L'incomputabilité des systèmes symboliques	315
12.2.6. L'opacité du Web	316
12.2.7. Une matrice inachevée	317
12.3. L'évolution des couches d'adressage du médium numérique	318
12.3.1. L'ère des gros ordinateurs (adressage des bits)	318
12.3.2. L'ère des ordinateurs personnels et de l'Internet (adressage des automates)	319
12.3.3. L'ère du Web (adressage des données)	320
12.3.4. L'ère de la sphère sémantique (adressage des idées)	322
12.4. Entre le Cortex et l'Hypercortex	323
12.4.1. Parallélisme entre le Cortex et l'Hypercortex	323
12.5. Vers un observatoire de l'intelligence collective	326
12.5.1. Les interfaces sensorimotrices	327
12.5.2. La machine sémantique IEML	328
12.5.3. La sphère sémantique	328
12.5.4. Le métalangage IEML, clé de l'interopérabilité sémantique	329
12.5.5. Ecosystèmes d'idées : introduction à la mémoire herméneutique	330
12.6. Conclusion : computabilité et interopérabilité des fonctions séman- tiques et herméneutiques.	331

Chapitre 13. La mémoire herméneutique	333
13.1. Vers une organisation sémantique de la mémoire	333
13.1.1. L'enjeu des processus collectifs de catégorisation dans le médium numérique	334
13.1.2. Une approche renouvelée du problème de la catégorisation	336
13.2. Les couches de complexité de la mémoire	337
13.3. L'herméneutique radicale	338
13.3.1. Introduction à l'approche herméneutique de la cognition	338
13.3.2. La thèse de l'herméneutique radicale	339
13.3.2.1. Il est impossible de séparer la cognition de la mémoire	339
13.3.2.2. Toute organisation de la mémoire est d'ordre interprétatif	340
13.3.3. L'herméneutique radicale au-delà des malentendus	341
13.4. Herméneutique de l'information	342
13.4.1. Les données	342
13.4.2. La perception	342
13.4.2.1. Catégorisation	343
13.4.2.2. Le courant sémantique	344
13.4.2.3. Production de la polarité	344
13.4.2.4. Production de l'intensité	345
13.4.2.5. Résultat de la perception : unité d'information phénoménale	345
13.4.3. L'unité d'information sémantique	346
13.5. Herméneutique de la connaissance	346
13.5.1. La pensée	346
13.5.2. L'unité d'information sémantique comme outil de modélisation cognitive	347
13.5.2.1. L'unité d'information comme idée	348
13.5.2.2. L'unité d'information comme énoncé	348
13.5.2.3. L'unité d'information comme même	348
13.5.3. Le circuit nouménal comme outil de modélisation cognitive	349
13.5.3.1. Le circuit nouménal comme théorie	349
13.5.3.2. Le circuit nouménal comme récit	350
13.5.3.3. Simulation cognitive	350
13.5.4. Hiérarchie des fonctions de la cognition symbolique	351
13.5.4.1. Les fonctions sémantiques	351
13.5.4.2. Les fonctions herméneutiques	351
13.6. Sagesse	352
13.7. Jeux d'interprétation collective	353
13.7.0.3. Lecture-écriture	353
13.7.0.4. Exploration	353
13.7.0.5. Rétroaction	354
13.7.0.6. Coordination des jeux	354
Chapitre 14. Perspective humaniste : vers une connaissance explicite	357

14.1.Contexte	357
14.1.1.Transnationalité, transdisciplinarité et démocratisation des sciences humaines	358
14.1.2.Agendas et enjeux de pouvoirs	360
14.2.Méthodologie : l'informatique humaniste	360
14.2.1.Science de l'intelligence collective et intelligence collective des sciences humaines	360
14.2.2.Qu'est-ce que l'informatique humaniste aujourd'hui ?	362
14.2.3.Unes nouvelle écriture au service des sciences humaines	363
14.2.4.Le codage et l'exploitation sémantique des données	364
14.3.Epistémologie : expliciter la cognition symbolique	365
14.3.1.Connaissance réflexive et connaissance irréflexive	365
14.3.2.Le processus cognitif	366
14.3.3.Les essences : puissance de cognition symbolique	367
14.3.4.Les concepts : cognition intellectuelle	368
14.3.5.Les idées : cognition affective	369
14.3.6.Les récits : cognition narrative	370
14.3.7.La cognition autopoïétique	371
14.3.8.Le côté obscur de la force	373
Chapitre 15. Observer l'intelligence collective	375
15.1.La sphère sémantique comme miroir des concepts	375
15.1.1.Réfléchir le monde des idées	375
15.1.2.La sphère sémantique IEML	378
15.2.Structure de l'image cognitive	380
15.2.1.Intégration des données dans des modèles cognitifs calculables	381
15.2.2.Structure ternaire de l'image cognitive S/B/T	381
15.2.2.1.Structure ternaire de l'unité d'information sémantique	381
15.2.2.2.L'image topologique : circuits sémantiques S	382
15.2.2.3.L'image énergétique : courants sémantiques B	383
15.2.2.4.L'image référentielle : données multimédia T	383
15.2.3.Structure duelle de l'image cognitive U/A	383
15.3.Les deux yeux de l'observation réflexive	384
Remerciements	389
Bibliographie	391

Chapitre 1

Introduction générale

Une mémoire numérique participative commune à l'ensemble de l'humanité est en voie de constitution. Mais au début du XXI^e siècle l'exploitation de cette mémoire par tous et chacun est limitée par des problèmes d'opacité sémantique, d'incompatibilité des systèmes de classification, de fragmentation linguistique et culturelle. Faute de modèles computables, nous ne parvenons pas à automatiser la plupart des opérations cognitives d'analyse, de filtrage, de synthèse et d'interconnexion des informations qui permettraient d'utiliser avantageusement l'immense masse de données qui s'offre à nous. Nous ne savons pas encore comment transformer systématiquement cet océan de données en connaissances et nous savons encore moins comment transformer le médium numérique en observatoire réfléchissant de nos intelligences collectives. La première finalité de cet ouvrage est de présenter à la communauté scientifique, ainsi qu'à un public avisé, un nouveau système de codage des significations grâce auquel les *opérations sur le sens* dans la nouvelle mémoire numérique pourraient devenir transparentes, interopérables et computables. Ce système de codage sémantique est baptisé IEML (pour *Information Economy Meta Language* en anglais, ou métalangage de l'économie de l'information, en français). Son usage pourrait contribuer à lever les obstacles qui limitent aujourd'hui l'exploitation optimale du médium numérique au service du développement humain dans ses dimensions indissociablement sociales et personnelles. Si une communauté dynamique de sémanticiens et de linguistes enrichissaient et faisaient croître ce langage, si un groupe d'ingénieurs programmait et maintenait une collection d'outils logiciels exploitant les possibilités computationnelles d'IEML et si une masse critique d'utilisateurs et de médias sociaux s'emparaient de ces outils, je prétends que nous nous engagerions sur une voie scientifique, technique et culturelle nouvelle, menant à long terme vers une augmentation significative des processus cognitifs humains.

Je démontre dans ce livre qu'aucune raison d'ordre scientifique, technique ou éthique n'interdit l'usage à grande échelle d'un système symbolique calculable du type d'IEML. Un peu comme il existe en mathématique des théorèmes d'*impossibilité* (dont le plus célèbre est sans doute celui de Gödel), je crois avoir fourni dans cet ouvrage la preuve mathématique, accompagnée de solides arguments techniques et philosophiques, qu'une nouvelle *possibilité*, inaperçue des générations précédentes, s'ouvre désormais à l'esprit humain.

IEML est *a priori* un langage formel comme il en existe tant aujourd'hui. Son originalité et sa valeur viennent de ce que chacune de ses expressions valides modélise un *circuit sémantique* propre à canaliser des flux d'information. La *sphère sémantique* IEML est l'immense graphe cohérent et calculable qui connecte l'ensemble de ces circuits et qui peut donc servir de *système de coordonnées* à la mémoire numérique commune en voie de constitution.

Cette introduction générale s'organise en trois grandes sections. La première présente la *vision* cohérente qui s'est progressivement cristallisée durant les longues années que j'ai consacrées à la construction d'IEML. La seconde narre à la première personne le *chemin* de découverte, l'aventure intellectuelle qui m'a mené à la mise au point du métalangage. Finalement, la troisième section résume le *fruit* de cette aventure, un résultat qui répond, je crois, aux contraintes de ma vision.

1.1. Vision : augmenter les processus cognitifs

En concevant la sphère sémantique IEML, j'ai répondu à trois contraintes étroitement interdépendantes : un impératif proprement sémantique, un impératif éthique et un impératif technique.

1.1.1. L'impératif sémantique

La finalité immédiate d'IEML est de résoudre le *problème de l'interopérabilité sémantique* - le « chaos numérique » - qui vient de la multitude des langues naturelles, des systèmes de classifications et des ontologies. IEML fonctionne comme un « langage pivot », un système d'adressage des concepts capable de connecter différents systèmes de catégorisation et d'organisation des données qui resteraient sans cela incompatibles. Je sais fort bien que l'idée même d'un système universel de codage du sens peut évoquer les pires fantasmes totalitaires, ou tout au moins la menace d'un possible appauvrissement de la diversité des significations. Je voudrais donc rappeler que le codage numérique du son et l'usage de formats de fichiers universels pour l'enregistrement de la musique n'a en rien uniformisé les messages musicaux mais a contribué, bien au contraire, à augmenter la diversité des productions, des variations, des mixages, des échanges et des explorations dans l'univers musical. De la même

manière, loin d'uniformiser le monde des icônes, le codage numérique des images au moyen de pixels¹ a favorisé la production assistée, la manipulation automatisée et la création ouverte et distribuée d'images de toutes sortes. Finalement, le codage numérique des caractères d'écriture est à la base de tous les systèmes de traitement de texte et nul ne prétend que ces logiciels de traitement de texte ont jamais limité la liberté d'écrire. Grâce à un dictionnaire collaboratif ouvert, à un jeu d'opérations fondamentales recombinaisons et à un groupoïde de transformations pratiquement infini, le codage IEML devrait faire apparaître toute signification déterminée comme un *moment* parmi tout un éventail de cycles de transformations, comme un *nœud* dans une multitude de réseaux ou comme une *figure* qui n'apparaît comme telle que sur un fond explorable à l'infini. C'est dire que l'inscription d'un concept dans la sphère sémantique aura plutôt pour effet d'ouvrir ses horizons de sens que de les refermer.

La sphère sémantique IEML est un protocole intellectuel pour démultiplier les possibilités de *dialogue interprétatif* autour d'une mémoire numérique commune. Et le dialogue auquel je me réfère ici doit être compris comme trans-linguistique, trans-culturel, trans-religieux, trans-partisan, trans-disciplinaire et trans-institutionnel. C'est pourquoi la topologie sémantique ouverte par le métalangage IEML considère l'ensemble des points de vue pratiques, ontologiques ou philosophiques comme bienvenus et tout aussi légitimes les uns que les autres. La seule attitude qui soit interdite par ce perspectivisme généralisé est la négation de la légitimité du point de vue de l'autre, le refus obstiné du dialogue, la clôture herméneutique².

Parce qu'il vise l'institution d'un espace accueillant *dans le même système de coordonnées* une capacité de faire sens virtuellement infinie dans sa diversité, l'impératif sémantique oblige essentiellement à une ouverture multidirectionnelle maximale. C'est pourquoi il n'est pas nécessaire d'adhérer aux principes philosophiques qui ont inspiré l'invention d'IEML pour s'en servir à ses propres fins ni pour bénéficier de l'augmentation des possibilités personnelles et collectives de création et de gestion de connaissances que propose la sphère sémantique. Attention, je ne prétends pas que toutes les architectures sémantiques qui pourront être construites en IEML se valent *en fait*, ni que chacun doive accepter *pour lui-même* la perspective de l'autre. L'impératif sémantique suppose seulement les deux principes dialectiques élémentaires selon lesquels, premièrement, toutes les interprétations se valent *en droit* et, deuxièmement, chacun doit accepter *le droit de l'autre* de soutenir un point de vue différent du sien. En effet, les individus et les communautés qui décideront d'utiliser IEML pourront

1. En gros, un pixel est un ensemble de cinq nombres : position en abscisse, position en ordonnée, quantité de bleu, quantité de rouge, quantité de vert.

2. L'herméneutique est l'art de l'interprétation. La clôture herméneutique (par opposition à l'ouverture herméneutique) doit être ici comprise comme l'exclusion *a priori* des autres interprétations au profit de l'« unique vrai sens » d'un événement, d'un phénomène ou d'un texte en général.

avoir des finalités, des objectifs, des tailles, des degrés de transversalité disciplinaire ou culturelle aussi variés que l'on voudra. Seuls les spécialistes de l'ingénierie sémantique devront être unis par une mission commune : maintenir et étendre l'*équanimité herméneutique* de la sphère sémantique.

1.1.2. *L'impératif éthique*

Le meilleur usage que nous puissions faire de l'infrastructure contemporaine de mémoire, de communication et de traitement numérique est de la mettre au service du développement humain. Viser le développement humain est une *raison du cœur*, au sens où « Le cœur a ses raisons que la raison ne connaît point »³. Plutôt que de s'attaquer l'un après l'autre et séparément à chaque aspect distinct du développement humain (comme par exemple : la croissance économique, l'éducation, la santé publique, les droits humains, l'innovation scientifique et technique, etc.), je propose de concentrer les efforts sur ce qu'une communauté croissante de chercheurs considère comme son point critique : la gestion des connaissances animée par une libre conversation créatrice. La gestion des connaissances peut en effet être envisagée sous deux aspects complémentaires : premièrement, la maîtrise personnelle des flux d'information accompagnée du développement autonome de stratégies d'apprentissage et, deuxièmement, l'exploitation collaborative des données et le partage des savoirs. Une multitude de conversations créatrices collaborant dans l'indexation en IEML des données numériques disponibles et l'utilisation subséquente des informations ainsi produites permettrait d'enclencher un cercle vertueux auto-catalytique entre les deux aspects - personnel et social - de la gestion des connaissances. J'ai inventé la sphère sémantique IEML parce que j'avais en vue l'éclosion d'un environnement socio-technique favorable à cette dialectique créative.

Je ne peux sans doute pas *démontrer* en toute rigueur à ce stade qu'une meilleure technologie d'extraction et de raffinement des connaissances à partir des données numériques communes aura des effets positifs sur le développement humain. Mais je pressens que l'observation scientifique de son propre fonctionnement dans le miroir d'un Hypercortex numérique aura pour conséquence une maturation de l'intelligence collective humaine. J'entrevois l'ouverture de nouvelles possibilités d'apprentissage collaboratif et d'expansion des intelligences personnelles qui résulteront de ce nouvel état de fait.

1.1.3. *L'impératif technique*

Parce que l'humanité est une espèce *sociale* spécialisée dans la *manipulation symbolique*, la nouvelle disponibilité d'*automates* capables d'augmenter notre puissance

3. Pascal Blaise, *Pensées*, 1670, fragment 277.

de *traitement des symboles*, couplée aux télécommunications et au stockage de l'information à grande échelle annonce une transformation de grande ampleur. L'inévitable métamorphose culturelle mondiale, dont nous n'avons encore observé que les timides commencements au début du XXI^e siècle, s'étendra forcément sur plusieurs générations. Une philosophie soucieuse de favoriser la créativité culturelle dans ce nouvel environnement technique a donc tout intérêt à ne pas appréhender la mutation du numérique par le petit bout de la lorgnette (secteur après secteur) ou dans le rétroviseur des institutions et des concepts adaptés à l'ère (désormais passée) des écritures statiques et des communications unidirectionnelles.

L'impératif technique de ma philosophie peut se formuler ainsi : *automatisons* autant que possible les opérations symboliques qui *augmentent les capacités cognitives*, c'est-à-dire en fin de compte la puissance et l'autonomie des personnes et des collectivités. Je précise que l'automatisation qui fait l'objet de mon impératif technique ne se limite pas aux raisonnements logiques et aux analyses statistiques. Elle embrasse idéalement d'autres processus cognitifs, et notamment ceux qui sont confrontés à l'exploitation d'immenses masses de données : la gestion et le filtrage de flux d'information, les simulations de processus complexes, la perception d'analogies, la synthèse créative, la découverte de zones aveugles, le questionnement des modèles établis, etc. Cet impératif technique m'a poussé à tirer profit, autant que possible, de la puissance croissante d'automatisation des opérations symboliques, quitte à anticiper quelque peu sur les disponibilités de calcul, de mémoire et de transmission qui se trouveront à la portée des générations futures. Quoiqu'il en soit, la *transparence au calcul* des processus de pensée - c'est-à-dire le privilège accordé aux modèles computationnels de la cognition - est un idéal de spécialiste des sciences cognitives et de programmeur, que les utilisateurs d'IEML ne sont évidemment pas obligés de partager avec moi pour bénéficier des retombées pratiques du programme de recherche ici proposé ⁴.

1.2. Le chemin : une aventure intellectuelle transdisciplinaire

1.2.1. Les années de formation 1975-1992

La sphère sémantique IEML résulte d'une longue quête dont je voudrais retracer maintenant les principales étapes. Je ne me suis résolu à cette brève autobiographie intellectuelle que parce que j'ai pensé qu'elle pourrait aider mes lecteurs à mieux saisir mon propos.

4. Pour éviter tout malentendu, je précise que je ne crois pas que l'on puisse jamais rendre transparent à la computation l'*intégralité* des processus cognitifs humains. Il s'agit seulement d'étendre quelque peu la surface des radeaux de réflexivité discursive et de modélisation formelle qui flottent sur l'immense océan chaotique du réel.

Très jeune, je me suis intéressé aux sciences naturelles, et tout particulièrement à la cosmologie. J'étais d'autre part fasciné par ce que l'on appelait à l'époque la cybernétique et les « cerveaux électroniques ». Ces deux intérêts ne se sont jamais démentis. Malgré cela, je me suis dirigé vers les sciences humaines et, après un bref passage par l'économie, j'ai suivi un cursus universitaire en histoire. Pendant les années 1970, Paris offrait aux étudiants un paysage intellectuel foisonnant. L'école historique française, initiée par Marc Bloch, Lucien Febvre et si admirablement illustrée par Fernand Braudel ou Georges Duby, était au sommet de sa fécondité. Le structuralisme en anthropologie, défendu par Claude Lévi-Strauss, représentait encore un puissant courant intellectuel, que Roland Barthes faisait travailler à l'analyse du présent. Mais déjà les travaux de Michel Foucault, de Gilles Deleuze ou de Jacques Derrida apportaient un stimulant contrepoint au structuralisme. Dans l'effervescence qui suivait le mouvement de Mai 1968 toutes sortes de courants marxistes, freudo-marxistes et sartriens faisaient valoir leurs points de vue, sans oublier l'école de Francfort. Pour comprendre la communication et les médias, je lisais Marshall McLuhan, Guy Debord et Jean Beaudrillard. Edgar Morin me faisait découvrir la systémique, les théories de l'auto-organisation et les épistémologies constructivistes. Dans les sciences exactes, les mathématiques de Bourbaki jouissaient à mes yeux d'un immense prestige intellectuel. La jeune biologie moléculaire expliquait de manière convaincante les mécanismes de l'évolution et le fonctionnement des organismes : j'étais particulièrement impressionné par la forme « cybernétique » que Jacques Monod donnait à la biologie, en faisant entrer la théorie de l'information au cœur du vivant⁵. Polémiquant avec Jacques Monod, Illya Prigogine et Isabelle Stengers m'avaient fait découvrir dans *La Nouvelle Alliance* (1978)⁶ une nature évolutive, complexe, indéterminée et auto-organisatrice, à mille lieues d'un mécanisme mort oscillant entre hasard et nécessité.

C'est avec Michel Serres, qui enseignait à l'époque en histoire des sciences à la Sorbonne, que j'ai réellement découvert les beautés de la philosophie... et de la liberté de penser. Pendant les nombreuses années où j'ai suivi son séminaire, Michel Serres m'a fait comprendre les complexités et les multiples résonances des théories de l'information et de la communication ainsi que les liens subtils - mais profonds - qui relient les sciences humaines et les sciences de la nature. Auteur d'une thèse monumentale⁷ sur l'auteur de la *Monadologie*, il m'a transmis l'esprit vivant de la philosophie et de l'encyclopédisme leibnizien.

Lors d'un cours de méthodologie pratique consacré à l'utilisation des bases de données pour la recherche historique (enseigné par Jean-Philippe Genet), j'ai été frappé

5. Notamment dans *Le hasard et la nécessité* [MON 1970].

6. Voir [PRI 1978].

7. Voir *Le système de Leibniz et ses modèles mathématiques* [SER 1968].

par la transformation dans les méthodes de travail et par le surcroît de rigueur intellectuelle exigé par un maniement judicieux de l'informatique⁸. J'ai alors découvert que l'ordinateur n'était pas « seulement un outil » : c'était surtout une technologie intellectuelle dont l'utilisation métamorphosait les processus cognitifs. Par ailleurs, le *Rapport sur l'informatisation de la société* (1978), signé par Simon Nora et Alain Minc⁹, et qui accompagnait le lancement du Minitel, m'a ouvert les yeux sur ce qui m'a semblé, dès ce moment, une des principales mutations culturelles que ma génération - et les générations suivantes ! - auraient à vivre. Ce double choc m'a déterminé à faire mon mémoire de maîtrise avec Michel Serres sur le sujet suivant (assez étonnant pour un apprenti historien à la fin des années 1970) : *Communication, enseignement et savoir en société informatisée*.

Après mes études d'histoire à la Sorbonne, je me suis inscrit en troisième cycle de sociologie à l'école des hautes études en sciences sociales (EHESS) avec Cornélius Castoriadis, dont je venais de lire *L'institution imaginaire de la société*¹⁰. Castoriadis était à la fois philosophe, économiste et psychanalyste. A l'époque où je rejoignais son séminaire, il se livrait à une relecture complète des sources grecques de la pensée occidentale. Le premier travail que je fis avec lui, et qui fut partiellement publié dans la revue *Esprit*¹¹, était une méditation sur la dimension culturelle de l'informatique. Lorsque j'y repense aujourd'hui, deux grandes idées surnagent. Premièrement, la manipulation automatique de symboles était le résultat d'une très ancienne quête philosophique et scientifique que l'on pouvait au moins faire remonter à Aristote. Deuxièmement, l'informatisation de la société et l'interconnexion mondiale des ordinateurs - que l'on voyait déjà se dessiner nettement au tournant des années 1970 et 1980 - manifestaient un retournement sur soi du mouvement de conquête de la nature et d'exploration de la planète qui avait marqué l'époque moderne. La nouvelle frontière se trouvait désormais dans l'intériorité cognitive de notre espèce. Je savais dès ce moment que ces questions allaient m'occuper pendant de longues années. Mais je ne me sentais pas prêt à les affronter sans une solide formation philosophique. C'est pourquoi je me suis décidé à faire ma thèse de doctorat (toujours avec Castoriadis) sur « L'idée de liberté dans l'Antiquité », travail qui m'a donné l'occasion de lire attentivement les grands textes de l'héritage gréco-latin et leurs commentaires. Sur un plan philosophique, cette thèse sous-titrée *L'un et le multiple*, tournait autour du *problème de l'unité ouverte*. La liberté était-elle essentiellement une ouverture à la multiplicité ou bien une unité forgée dans l'indépendance et l'autonomie ? Ou bien encore quelque chose comme un équilibre dialectique entre ces deux moments ? Et

8. Nous alimentions à l'époque avec des cartes perforées des ordinateurs énormes, confinés dans des salles réfrigérées, qui nous répondaient après des semaines d'attente sur des listings presque illisibles.

9. [NOR 1978].

10. Voir [CAS 1975].

11. « L'informatique et l'Occident » *Esprit*, juillet 1982, p. 41 à 69.

l'ouverture à la multiplicité pouvait-elle être pensée hors d'une universalité capable de la contenir sans la contraindre ?

Peu de temps après la soutenance de ma thèse, au début des années 1980, j'ai participé avec Jean-Pierre Dupuy, Pierre Livet, Francisco Varela et Isabelle Stengers à une recherche collective organisée par le CREA de l'École Polytechnique sur les origines de l'idée d'auto-organisation. Dans la sphère cybernétique, j'étais plus spécialement chargé d'étudier les apports de Warren McCulloch¹², le premier chercheur à avoir proposé une formalisation mathématique des réseaux de neurones, et de Heinz von Foerster¹³, pionnier de la vie artificielle¹⁴ et défenseur d'une épistémologie constructiviste radicale. Ce fut le début de ma plongée dans les sciences cognitives, les modèles connexionnistes et l'intelligence artificielle. *L'homme neuronal* de Jean-Pierre Changeux venait de paraître en 1983¹⁵ et les rapports entre l'esprit, le système nerveux et les automates de manipulation de symboles étaient discutés avec passion par une vaste communauté internationale de chercheurs. Même si je reconnaissais la pertinence générale du programme de recherche des sciences cognitives et l'immense portée de l'invention de l'ordinateur¹⁶ comme support de nouvelles technologies intellectuelles, je n'arrivais pas à me convaincre que des mécanismes opérant pas à pas sur les états physiques de circuits électroniques pouvaient reproduire, au sens fort du terme, l'intériorité vécue de la conscience phénoménale, de la mémoire et de la signification linguistique propres à l'expérience humaine. Mon premier livre, *La machine univers* (1987)¹⁷, mettait alors en scène une tension entre *langage* et *calcul* qui recoupait à bien des égards l'opposition entre, d'une part, la tradition herméneutique des sciences de l'homme et, d'autre part, l'approche pan-computationnelle des courants les plus extrémistes des sciences cognitives. La question de la *calculabilité du langage humain* était dès lors inscrite à l'arrière plan de tous mes travaux et n'allait plus me lâcher jusqu'à ce que je lui trouve - avec IEMML - une solution satisfaisante.

Peu après la publication de *La machine univers*, vers la fin des années 1980, j'ai passé deux ans à Montréal comme professeur invité au département des communications de L'Université du Québec à Montréal (UQAM). C'est là que j'ai découvert,

12. Les principaux articles de McCulloch ont été réunis dans *Embodiments of mind*, [MAC 1965], voir mon article « L'œuvre de Warren McCulloch » [LVY 1986a].

13. Les articles principaux de von Foerster ont été réunis dans *Observing Systems* [FOE 1981]. Voir mon article « Analyse de contenu des travaux du Biological Computer Laboratory » [LVY 1986b].

14. Comme en témoigne le nom de son laboratoire à l'Université de l'Illinois : *Biological Computer Lab*.

15. [CHA 1983].

16. Voir mon chapitre sur « l'invention de l'ordinateur » dans *Éléments d'histoire des sciences*, dirigé par Michel Serres [SER 1989] p. 515 à 535.

17. [LVY 1987].

notamment grâce au laboratoire mis en place par Gilles Zénon Maheu¹⁸, le monde naissant de l'hypertexte et du multimédia interactif. Parallèlement à mon exploration pratique des logiciels de création d'hypertextes je relisais *Mille Plateaux* de Deleuze et Guattari¹⁹ et j'étais saisi par les analogies entre le concept philosophique de rhizome et la réalité des nouvelles formes d'écriture en réseau (dont Deleuze et Guattari n'avaient d'ailleurs aucune idée à l'époque, comme ils me l'ont confirmé par la suite). L'hypertexte m'apparaissait comme une machine textuelle de nature à transformer profondément l'écriture... et donc la pensée. Dès 1990, je commençais à rêver à un système philosophique hypertextuel illustrant la notion d'unité ouverte. Ce système idéal traçait un graphe de concepts interdépendants admettant comme parcours légitimes n'importe quel chemin continu entre ses nœuds. Il n'y avait plus de base, de fondement ou de commencement absolu. Il n'y avait pas non plus de concepts finaux ou de convergence vers un point d'arrivée. Sans doute, les dictionnaires, encyclopédies, index, systèmes de pointeurs et œuvres ouvertes²⁰ de toutes sortes n'avaient pas attendu l'hypertexte à support numérique pour proposer de libres circuits de lecture dans des réseaux documentaires. Mais j'imaginai une forme plus systématique, exploitant au maximum le support computationnel : une *machine générative d'hypertexte*. J'envisageais en outre l'univers hypertextuel généré par cette machine comme un milieu tout-inclusif, qui ferait apparaître chaque philosophie exclusive, chaque ontologie particulière, comme un point de vue partiel, complémentaire des autres points de vue. Restait à trouver la matrice conceptuelle de cette machine...

Deux ouvrages sont nés de ma première expérience québécoise. Le premier, *Les technologies de l'intelligence* (paru en 1990, c'est-à-dire avant le Web !), annonçait la fusion des réseaux d'ordinateurs et des réseaux hypertextuels. Il explorait en outre la notion d'écologie cognitive, que je concevais comme une émergence auto-organisée à partir d'un mixte de possibilités biologiques, de formes culturelles, de réseaux sociaux et de technologies intellectuelles. Ce concept était fort proche de ce que j'allais nommer en 1994 l'intelligence collective. Le second ouvrage *De la programmation considérée comme un des beaux-arts* (1992), s'enracinait dans ma pratique personnelle de l'ingénierie des connaissances pour la production de systèmes experts. En effet, mon collègue à l'UQAM, le professeur en gestion Jacques Ajenstat, m'avait donné l'occasion de travailler avec des experts de la protection de la jeunesse pour développer un support automatisé de diffusion de leur savoir auprès de novices. J'avais d'autre part travaillé avec l'entrepreneur et agitateur culturel genevois Xavier Comtesse sur la méthodologie de l'ingénierie de la connaissance à partir de plusieurs cas concrets d'incorporation de savoirs informels dans des logiciels. A cette époque, encore très peu de

18. Voir <http://www.medias-interactifs.uqam.ca/historique.html>.

19. [DEL 1980].

20. Voir l'ouvrage de Umberto Eco : *L'œuvre ouverte* [ECO 1971a].

gens parlaient de gestion des connaissances²¹. J'ai donc pu expérimenter de première main et sans trop de préjugés théoriques la réorganisation majeure des écologies cognitives qu'amenait l'automatisation partielle et l'encapsulation médiatique de savoirs implicites. Plutôt que l'opposition implicite / explicite, j'avais utilisé à l'époque le couple procédural / déclaratif qui m'était fourni par la psychologie cognitive et qui était d'ailleurs suggéré par les *règles déclaratives* réclamées par la technologie des systèmes experts. Mais j'avais surtout insisté sur la *restructuration créative des architectures de savoir* impliquée par l'informatisation, aussi bien sur les plans épistémologique que culturel et social.

Revenu sur le vieux continent au début des années 1990, je me vis confier par Xavier Comtesse, Antonio Figueras et Eric Barchechat (qui disposaient d'une subvention de l'Union Européenne) la mission de réfléchir à ce que pourrait être une écriture spécialement conçue pour le support informatique. L'alphabet, qui note le *son* de la parole, a été inventé au tournant du premier millénaire avant l'ère commune, dans un environnement médiatique où l'enregistrement audio n'existait pas. Mais dans la culture contemporaine où triomphent les représentations multimédia interactives, les télécommunications instantanées et la manipulation automatique de symboles, pouvions-nous imaginer un au-delà de l'alphabet, une *écriture animée* qui nous aide à partager et à aménager collectivement des modèles mentaux complexes ? Pour rédiger le projet de *L'idéographie dynamique*²², j'ai été obligé de m'initier à la linguistique, aux rapports entre linguistique et sciences cognitives ainsi qu'aux relations complexes entre représentations visuelles (iconiques et animées) et représentations langagières des modèles mentaux. Il va sans dire que, au moins sur le plan de ma formation théorique, l'invention d'IEML doit énormément au travail accompli sur l'idéographie dynamique.

A la fin de 1991, je fus appelé par Michel Serres à le seconder pour une mission de réflexion sur l'enseignement ouvert et à distance que lui avait confié le gouvernement français. C'est dans ce cadre qu'avec Michel Authier nous avons imaginé le système des *arbres de connaissances*²³. Un de nos mandats était de valoriser les compétences informelles acquises par les individus hors du cadre scolaire et des cursus officiels. Nous avons donc conçu un logiciel qui organisait visuellement les compétences et savoirs de communautés *à partir des chemins d'apprentissage réels des personnes* plutôt qu'en fonction de schémas *a priori* structurés par des prérequis et des disciplines (encore un exemple d'« unité ouverte »). Notre proposition ne fut pas adoptée

21. Le fameux ouvrage de Nonaka et Takeuchi *The Knowledge-creating Company* qui a servi de fondement à la création de ce nouveau champ et qui instrumentalise la distinction entre connaissances implicites et explicites ne date que de 1995 [NON 1995].

22. Voir mon livre *L'idéographie dynamique. Vers une imagination artificielle ?* [LVY 1991].

23. Voir *Les arbres de connaissances*, de Michel Authier et Pierre Lévy, préface de Michel Serres [LVY 1992a].

par le gouvernement et nous avons décidé de la développer dans le cadre d'une compagnie privée, probablement la première start-up en France à s'établir sur le créneau des logiciels de communication en réseau spécialisés dans la gestion des connaissances. En 1992, le Web n'existait toujours pas et le *knowledge management* (KM) n'était pas encore une discipline bien établie. Un des résultats les plus intéressants de notre approche était de faire apparaître un arbre de connaissance différent pour chaque communauté et de mettre en évidence la transformation de l'arbre lorsque des personnes quittaient ou s'intégraient à la communauté. Le système pouvait être utilisé pour des échanges de savoirs entre personnes et pour organiser une gestion des connaissances internes aux écoles, entreprises ou associations de toutes sortes. Mon expérience dans la conception et le développement des arbres de connaissances m'a rapproché du rêve de formaliser dans un modèle informatique le monde des idées et de la connaissance... sans pour autant figer ce monde dans une structure immuable et fermée. En effet, les arbres de connaissances cartographiaient de manière dynamique les parcours d'apprentissage et les savoirs actuels d'une communauté, calculaient les distances contextuelles entre savoirs et les évaluait en fonction de divers critères. Mais ce modèle calculable ne faisait que refléter les mouvements d'une intelligence collective, sans empêcher l'apparition de nouveaux savoirs ou la transformation des rapports entre savoirs. Bien plus, en renvoyant à tous les membres de la communauté une image commune de l'espace de savoir qu'ils produisaient ensemble, les arbres permettaient à chacun de prendre conscience de l'intelligence collective à laquelle il participait et de son rôle dans son évolution.

1.2.2. *Les années de conception 1992-2002*

1.2.2.1. *Le trivium généralisé*

C'est dans le cadre de la « Mission Serres », en réfléchissant à la manière de représenter et d'organiser les unités élémentaires de savoir ou de compétence, que j'eus la première intuition de ce qui allait devenir la matrice conceptuelle d'IEML. J'enseignais à l'époque au département des sciences de l'éducation de Paris-X Nanterre. En creusant les fondements de la théorie de l'éducation, j'étais retombé sur le *trivium* (grammaire, dialectique, rhétorique) de l'antiquité gréco-romaine et du moyen-âge européen, que j'avais déjà rencontré lors de mes études classiques. Le *trivium* a été la base de l'éducation libérale²⁴ pendant de nombreux siècles. La grammaire recouvre en fait les capacités fondamentales de lecture et d'écriture (principalement en grec et en latin) et une certaine familiarité avec le corpus des auteurs que la tradition définit comme « classiques ». La dialectique correspond en gros à la logique, aux règles du raisonnement et à la capacité de mener un dialogue argumenté. Quant à la rhétorique,

24. Pour une remarquable étude synthétique sur cette matrice fondamentale de la culture occidentale, voir la thèse de Marshall McLuhan *The Classical Trivium : The Place of Thomas Nashe in the Learning of his Time* [MAC 1943b].

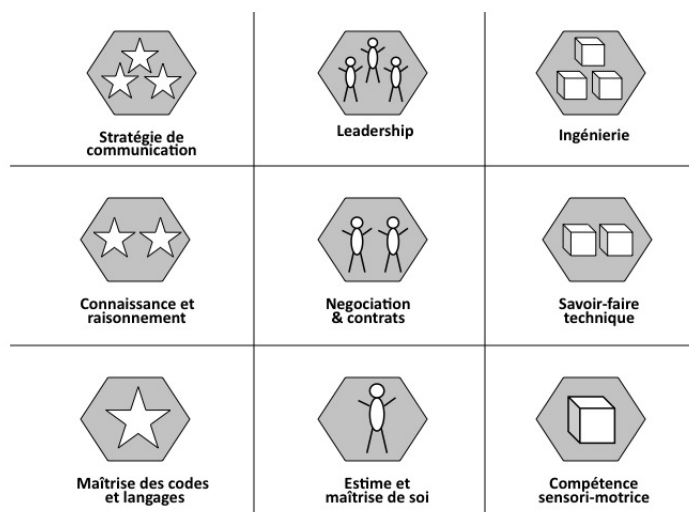


Figure 1.1 – Le *trivium* généralisé

elle consiste essentiellement en l’art de composer, de mémoriser et de délivrer des discours bien ornés et convaincants, adaptés aux situations et aux attentes des auditeurs. Il m’apparut que cette éducation fondamentale, destinée à former les classes dirigeantes des sociétés antiques et les clercs des sociétés médiévales semblait exclure tout ce qui se rapportait à la technique, au monde matériel et à ce que l’on appelait au moyen-âge les *arts mécaniques*. De plus, tout le domaine relié à l’éthique et aux relations entre les personnes n’était traité que par la bande, pour être laissé (selon les époques) à la philosophie, à la théologie ou au droit. Le *trivium* ne s’occupait en fin de compte que des *signes* et de leur maniement. Après avoir lu l’article de François Rastier « La triade sémiotique, le trivium et la sémantique linguistique » (1990)²⁵, il me vint à l’esprit que l’on pouvait utiliser la *triade sémiotique* pour concevoir un *trivium* élargi.

La triade sémiotique correspond à la distinction que fait la linguistique moderne entre *signifiant*, *signifié* (pour un interprétant) et *réfèrent*. Cette distinction remonte au moins à Aristote²⁶ et elle a été commentée et raffinée tout au long de l’histoire de la

25. [RAS 1990].

26. Voir la première page du *De l’interprétation* [ARI 1972].

philosophie²⁷. Je l'ai rebaptisée pour mon compte *signe* (signifiant), *être* (interprétant) et *chose* (réfèrent). On notera qu'il ne peut y avoir de signifié ou de concept que dans l'esprit d'un interprète (être) ou, d'un point de vue platonicien, dans un monde intelligible. Le concept abstrait est bien différent du signe sensible, puisqu'il existe plusieurs signes (dans différentes langues, par exemple : pomme, *apple*) pour désigner le même concept. Il est clair d'autre part qu'il faut aussi distinguer le concept (une classe ou catégorie générale qui ne peut exister que pour une intelligence) du réfèrent. En effet, on peut bien manger une pomme (le réfèrent, la chose) mais pas le concept de pomme.

Parallèlement au *trivium* classique, qui préparait à la maîtrise du maniement des signes, il fallait donc encore concevoir un *trivium* des êtres et un *trivium* des choses. Je suis alors parvenu à une matrice de compétences à neuf cases (grammaire / dialectique / rhétorique sur un axe et être / signe / chose sur l'autre axe). Dans la figure 1.1, l'étoile code le signe, le bonhomme l'être et le cube la chose tandis que les icônes simples marquent la grammaire, les icônes doubles la dialectique et les triples la rhétorique.

A l'étage de la grammaire se trouvent plutôt les capacités d'action fondamentales, les compétences « de base », sans d'ailleurs que cette « base » dénote nécessairement des savoir-faire de niveau élémentaire. Il existe évidemment des degrés très élevés de compétence linguistique, de maîtrise de soi ou de raffinement sensori-moteur. Les compétences grammaticales portent sur « soi ». Elles maîtrisent la puissance discursive ou symbolique du côté des signes, les énergies émotionnelles ou affectives du côté des êtres et les habiletés du corps sensible du côté des choses.

A l'étage dialectique se déploient les compétences interactionnelles. Sur la colonne des signes, la maîtrise grammaticale des codes est mise au service de la connaissance des sujets les plus divers, du raisonnement et du dialogue. Sur la colonne des êtres, l'estime et la maîtrise de soi sont mis au service du rapport à l'autre sur un plan égalitaire de respect mutuel. Les conflits et divergences d'intérêts sont réglés par la négociation tandis que les accords et promesses sont gérés sur le mode contractuel. Sur la colonne des choses, les compétences sensori-motrices sont mobilisées au service de savoir-faire techniques. Ces savoir-faire impliquent le maniement d'outils et de machines, la capacité de fabriquer et de maintenir des environnements concrets de vie et de travail. De nouveau, les compétences dialectiques ne sont pas des compétences « moyennes » entre la grammaire et la rhétorique. Chaque compétence dialectique peut se distribuer sur une échelle d'excellence qui va du minimum à l'exceptionnel.

27. Pour ce qui est de la philosophie médiévale, voir, d'Alain de Libera, *La Querelle des universaux, De Platon à la fin du Moyen-Age* [DEL 1996a].

A l'étage rhétorique, il s'agit de savoir faire-faire. Les stratégies de communication organisent les *signes* et messages de manière à leur faire accomplir le travail de persuasion, de recadrage (voire de tromperie), le plus efficace. Le leadership, la capacité de mener, d'inspirer ou de diriger un groupe, agit sur des *êtres* et tout particulièrement sur leur cohésion sociale. Finalement, l'ingénierie consiste à faire accomplir des actions aux *choses*, à agencer des dispositifs matériels en vue d'une fin. Une fois de plus, la rhétorique ne constitue en rien le « sommet » des compétences puisque les capacités stratégiques ont évidemment bien des degrés, de la faiblesse à l'efficacité maximale.

Mon coup de force a consisté à détourner les trois fonctions complémentaires de la signification (sur une face objective) ou de l'interprétation (sur une face subjective) pour en faire un usage classificatoire. L'avantage de cette approche est de rappeler l'interdépendance dont elle est issue : la franche séparation de l'être, du signe et de la chose est interdite puisque chacune des trois dimensions du sens renvoie nécessairement aux deux autres. Et la grammaire, la dialectique et la rhétorique sont tout autant solidaires et mutuellement complémentaires, surtout à l'échelle de l'équilibre des compétences dans une collectivité. Ainsi, dès qu'une mutation économique, sociale ou technique affecte directement l'une des neuf cellules de la matrice, on peut prévoir une réorganisation dans les huit autres. Dans les arbres de connaissances, chaque compétence spéciale pouvait être caractérisée par une certaine *distribution d'intensité* (qui pouvait être visualisée par des niveaux de gris) sur la matrice à neuf cellules. Grâce à cette indexation par un *trivium* généralisé, des rapprochements inattendus, des complémentarités transversales et des manques systémiques pouvaient être décelés ; rapprochements, complémentarités et manques que des étiquetages limités aux classifications usuelles des disciplines et des métiers n'auraient pas pu faire apparaître !

En plus de la cartographie purement empirique et locale des arbres de connaissances, le *trivium* généralisé permettait de situer les compétences, les personnes et les groupes sur un *fond commun* autorisant les analyses comparatives. A partir d'un diagnostic personnel ou collectif, il devenait possible de concevoir des stratégies d'apprentissage ou d'évolution mieux fondées parce qu'elles prenaient en compte l'absence ou le vide de certaines zones de compétences, alors que les arbres ne rendaient visibles que l'existant. J'avais construit une structure conceptuelle systématique, de type *matriciel*, qui pouvait traverser n'importe quel domaine de connaissance ou de pratique. Mais, pour être régulière, cette structure n'imposait pas de hiérarchie *a priori* ou de « fondement en dernière instance ». Elle ne distribuait pas de manière dogmatique le substantiel et l'accessoire, ou l'infrastructure et le reflet. Au contraire, cette structure permettait de cartographier des situations concrètes tout en mettant en évidence des interdépendances multipolaires. Tout l'esprit de la sphère sémantique IEML était déjà là en germe.

1.2.2.2. *Les archétypes*

Enhardi par ces premières découvertes, je me demandai ce que donnerait une matrice qui croiserait la triade être / signe / chose en abscisse avec *la même triade* en

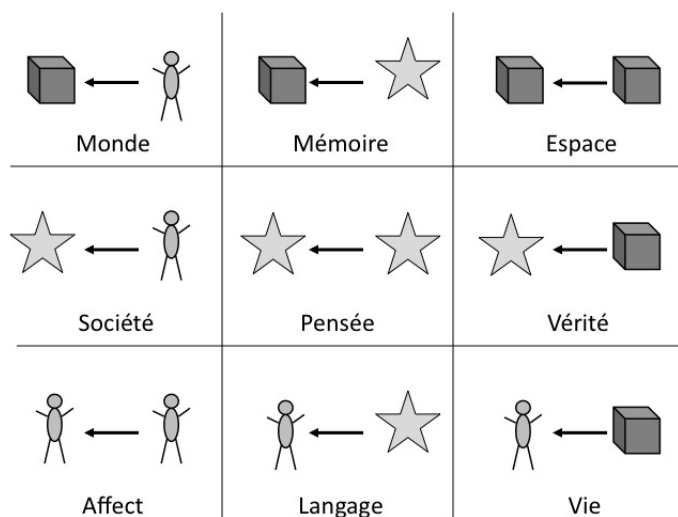


Figure 1.2 – Archétypes

ordonnée. L'idée que j'avais en tête était la suivante : si je devais adopter une matrice conceptuelle pour engendrer un espace sémantique hypertextuel ouvert, non-excluant, pourquoi ne pas partir de la structure même de la signification ? Puisque tout sens est le produit d'une interprétation, la forme générale de l'interprétation ne devait exclure aucun sens particulier. Je suis alors parvenu à une nouvelle matrice à neuf cellules (voir la figure 1.2).

La signification attribuée à ces idéogrammes résulte d'un véritable travail de « déchiffrement ». J'ai *d'abord* construit ma matrice et je ne me suis posé la question du sens de ses neuf cellules qu'après coup. Il ne s'agissait donc pas pour moi d'illustrer des concepts déjà pensés en langue naturelle, mais d'interpréter en langue naturelle une idéographie générée par un algorithme combinatoire (aussi « petit » que cet algorithme ait été à ce moment-là). Pour interpréter le sens des idéogrammes, je devais d'abord me laisser guider par la forme et la nature des symboles. Je devais ensuite ne pas perdre de vue la nécessité de cartographier « tous azimuts » les dimensions du sens les plus variées, mais sur le mode de l'implication réciproque ou de l'interdépendance, plutôt que sur celui de la séparation. Finalement, aucun concept ne devait être « supérieur » ou « plus fondamental » qu'un autre.

Ce travail de déchiffrement m'a mené, dès cette époque, à réfléchir longuement sur la nature exacte de la *relation entre les primitives* qui était mise en scène par un idéogramme. Sur la figure 1.2, on voit une flèche connecter deux primitives dans le sens

« droite vers gauche ». Les primitives se lisent être, signe et chose. Mais comment se lit la flèche ? En quoi le rapport entre les symboles consiste-t-il ? La figure 1.2 ne montre qu'une des multiples représentations que j'ai utilisées au fil des ans. Néanmoins, de manière invariable sous les changements de représentation, j'ai toujours lu mes idéogrammes comme des implications, des replis ou des enveloppements d'un symbole par un autre.

1.2.2.2.1. Commentaire des Archétypes

Sur la figure 1.2, il faut lire le *Monde* comme une interprétation de l'idéogramme « la chose implique ou enveloppe l'être ». Cet idéogramme représente une petite scène dans laquelle un univers de choses purement matérielles est infusé de qualités « humaines », notamment par la nomination, l'évaluation et le travail. C'est cette implication dans la chose de qualités propres à l'être qui construit un monde.

Dans l'idéogramme suivant « La chose enveloppe le signe », on peut voir le mouvement de l'inscription ou de l'enregistrement qui « fait » la *Mémoire*.

L'*Espace* correspond à un enveloppement réciproque de choses dans des choses, c'est-à-dire à la construction d'une topologie ou d'un espace matériel dans lequel toute chose se trouve située dans un univers de choses.

Dans le cas de l'idéogramme de la *Société*, qui montre le signe enveloppant l'être, il faut imaginer une multiplicité d'êtres. On peut se représenter un concert ou un groupe de gens jouant de la musique, le signe musical jouant alors le rôle d'enveloppe unificatrice de la collectivité. Ce rôle d'enveloppe créatrice de société peut être joué par bien d'autres types de signes : totems, drapeaux, langues, lois, contrats, etc.

Dans la *Pensée*, les signes s'enveloppent les uns les autres dans des déductions, des inductions, des interprétations, des récits, des associations dictées par l'imagination...

La *Vérité* désigne une petite scène où l'on voit le signe impliquer la chose, c'est-à-dire la proposition envelopper le fait ou la référence.

L'*Affect* représente l'implication réciproque d'êtres dont chacun contient l'autre dans son « cœur », que ce soit pour l'aimer ou le haïr.

Le *Langage* figure le signe enveloppé, c'est-à-dire compris, par l'être : la transformation du signe en message.

Finalement, la *Vie* désigne l'assimilation de qualités matérielles (la chose) par l'être, l'idéogramme suggérant le mouvement même de l'incarnation, qui ne peut être séparé de la sensation, de l'alimentation et de la respiration.

Il est clair que quelqu'un d'autre, confronté au même problème de déchiffrage sous contrainte, aurait trouvé une solution différente, qui se serait traduite par d'autres

noms donnés aux idéogrammes. Mais mon interprétation de cette matrice avait cet avantage qu'on pouvait y disposer, sans hiérarchie ni séparation, neuf points de vue philosophiques distincts. L'*Espace* pouvait représenter le point de vue matérialiste, physicien ou atomiste. La *Pensée* était évidemment un bon porte-parole du point de vue idéaliste. La *Vérité* figurait l'inspiration positiviste ou logiciste de la philosophie analytique. Le *Langage* tenait précisément le lieu de la philosophie du langage, de la communication et des médias. La *Société* représentait le point de vue sociologique en général et l'interprétation des phénomènes en termes de rapports sociaux. La *Vie* pouvait tenir la place d'une philosophie biologiste ainsi que de l'empirisme (qui part de l'expérience sensible). La *Mémoire* pouvait accommoder les approches évolutionnistes, mais aussi tout ce qui se fonde sur l'écriture et la tradition. Finalement, le *Monde* offrait une approche anthropologique pour laquelle c'est la culture humaine qui infuse son ordre et ses valeurs au cosmos. La matrice idéographique à laquelle j'étais parvenu avait l'avantage d'entretisser tous ces points de vue sur un mode symétrique.

J'avais pris l'habitude d'appeler ces idéogrammes des « plis » et j'appelais le langage qu'ils composaient le « langage des plis », puisqu'on a vu que l'opération de composition des symboles était précisément un enveloppement. Or puisque chacune des trois primitives pouvait envelopper les deux autres, les primitives aussi pouvaient être assimilées à des enveloppes, ou tout au moins à des « boules » d'une matière extensible capables d'envelopper d'autres « boules ». Mon modèle a alors commencé à se raffiner dans deux directions : j'ai commencé à construire, premièrement, des enveloppements à trois termes et, deuxièmement, j'ai expérimenté des enveloppements d'enveloppements, ou plis récursifs.

1.2.2.3. La triplication

Voici trois exemples d'enveloppement à trois termes :

- la chose enveloppe le signe, *sur le mode du signe*, ce qui donne la fonction sémiotique *Marque*,
- la chose enveloppe le signe, *sur le mode de la chose*, ce qui donne la fonction technique *Contenant*,
- la chose enveloppe le signe, *sur le mode de l'être*, ce qui donne le rôle social *Scribe*.

Comme on peut le voir sur ces exemples, la *Marque*, le *Contenant* et le *Scribe* projettent chacun dans leur sphère (sémiotique, technique ou sociale), l'intention originelle exprimée par l'archétype *Mémoire*, qui indique la conservation et la durée. C'est ainsi que j'ai construit l'opération de *triplication*, ou triple enveloppement. Le terme de *droite* sur les figures 1.3, 1.4 et 1.5 sera nommé à l'aboutissement de mon parcours de recherche la *substance*. La substance correspond au noyau ou à la membrane la plus intérieure de l'enveloppement. Le terme de *gauche* sera nommé plus tard l'*attribut*. L'attribut correspond à la strate intermédiaire de l'enveloppe. Finalement, le

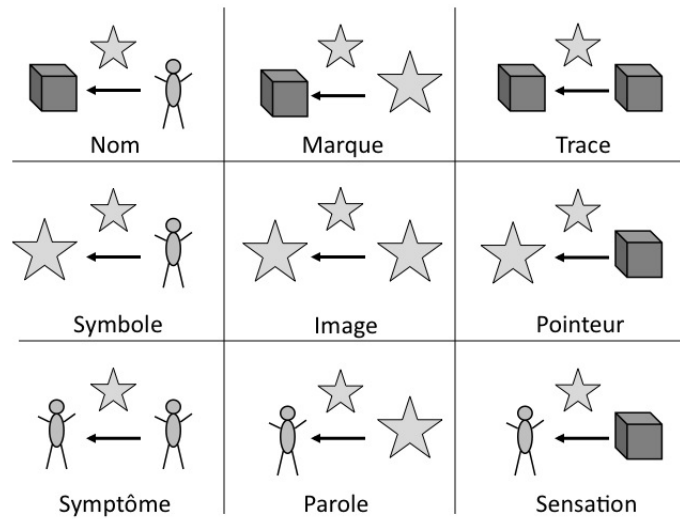


Figure 1.3 – Archétypes des fonctions sémiotiques

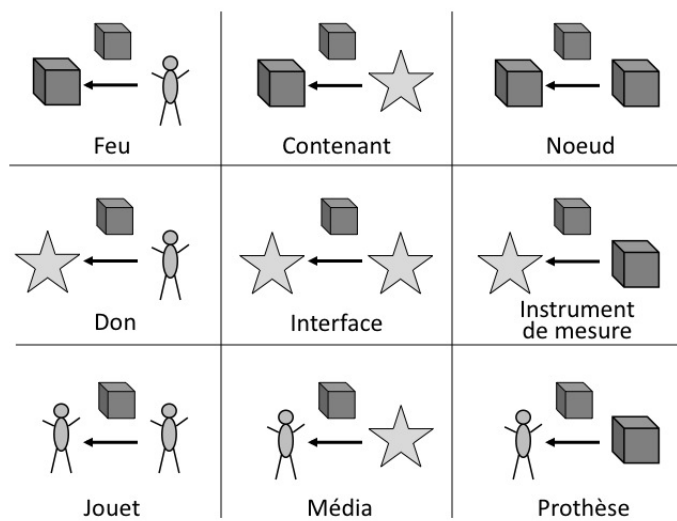


Figure 1.4 – Archétypes des fonctions techniques

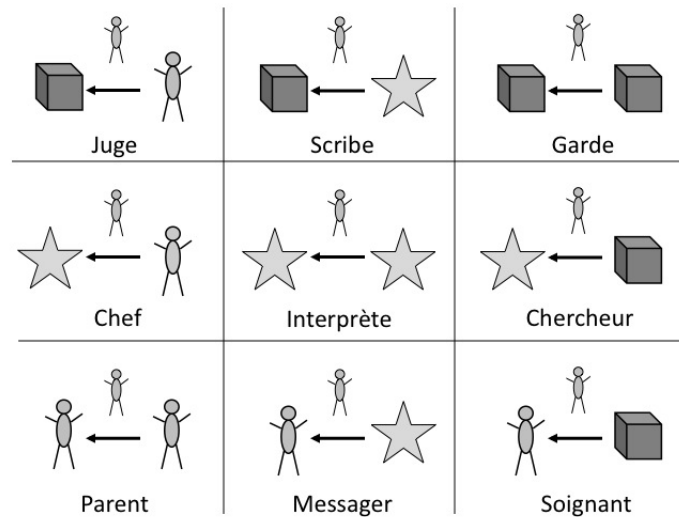


Figure 1.5 – Archétypes des rôles sociaux

terme qui *surmonte la flèche* sera nommé le *mode*. Il correspond à la peau extérieure de l'enveloppe ou du repli sémantique. Les neuf archétypes initiaux de la figure 1.2 ont simplement un mode vide ou « transparent ».

En inspectant les figures 1.2, 1.3, 1.4 et 1.5, le lecteur peut constater que les symétries ne concernent pas seulement les neuf plis d'une matrice mais également les plis qui occupent les mêmes positions dans différentes matrices et les matrices elles-mêmes. Le point capital est que ces symétries ne sont pas uniquement formelles (au niveau de la disposition des symboles élémentaires) mais également *sémantiques* en raison du mode d'interprétation ou de déchiffrement des symboles que j'avais adopté. Comme dans toute bonne idéographie scientifique, *il existe donc une analogie entre les symétries formelles et les symétries sémantiques*. Je ne vais pas me livrer ici à une explication complète du déchiffrement de tous ces idéogrammes puisqu'on la trouvera - sous leur forme définitive - dans le second tome de ce livre. Je vais me contenter de commenter un dernier exemple afin de faire sentir au lecteur la logique qui a présidé à la construction d'IEML.

A titre de dernière illustration du déchiffrement des idéogrammes dans cette introduction, l'archétype généraliste *Monde* se projette dans la sphère des signes par le *Nom*, parce que l'humain ne peut produire de cosmos sans nommer les éléments de son univers. Il se projette dans la sphère des rôles sociaux par le *Juge*, qui réfère à la nécessité d'évaluer pour construire un monde ordonné. Il se projette finalement dans

la sphère technique par le *Feu*, qui désigne ici la maîtrise d'une technique singularisant l'humanité, foyer de chaleur et de lumière, centre d'habitation et origine de toutes sortes de transformations et d'industries (cuisine, poterie, métallurgie, etc.).

1.2.2.4. *Dialectique de l'adresse et du message*

Parallèlement à ma découverte de la triplication et des symétries sémantiques qu'elle permettait d'explorer, j'ai commencé à construire des matrices d'enveloppement réciproque avec les idéogrammes obtenus par triplication des primitives. Par exemple la *Société* enveloppant la *Mémoire* donnait l'*Histoire* et la *Mémoire* enveloppant la *Société* donnait la *Tradition*. Si les primitives représentaient le degré zéro de l'enveloppement et les archétypes le degré un, je pouvais construire des enveloppements de degré deux (les types), trois, quatre, etc. La seule contrainte que je me fixai était que les trois opérands d'une triplication devaient toujours être de même degré ou de même *couche*. Ces couches successives d'enveloppement m'ouvraient deux perspectives particulièrement prometteuses. Premièrement, il devenait possible de construire des idéogrammes représentant des concepts aussi précis et complexes que l'on voudrait. En effet, plus leur couche de triplication était basse, et plus les concepts étaient généraux. Inversement, les triplications successives précisaient (ou complexifiaient) les idées de plus en plus. Deuxièmement, je commençais à entrevoir un langage dont les expressions se présentaient sous la forme d'enveloppes contenant des enveloppes et ainsi de suite récursivement ou « fractalement ». Du côté du repliement fractal des enveloppes les unes dans les autres, ce langage pouvait être considéré comme un *système d'adressage* régulier et symétrique - forcément décodable par un automate - puisqu'il s'agissait en fin de compte de l'application récursive d'une opération bien définie à un petit nombre de symboles primitifs. Mais du côté de la *signification* de ces plis fractals en couches successives, on avait affaire à de véritables *messages*. Ainsi donc, j'avais entre les mains le noyau d'un système de communication dont les adresses étaient des messages et les messages des adresses. Le code lisible sur l'enveloppe extérieure résumait les replis internes de son contenu et ce diagramme chiffré d'un plissé fractal n'était autre que la figure topologique d'un concept traductible en langue naturelle.

1.2.2.5. *Vers une dialectique du virtuel et de l'actuel*

Entre 1992 et 2002, j'ai passé de nombreuses heures à combiner entre eux par paires, puis par triplets, les plis de mes matrices d'archétypes. A l'époque, je n'utilisais pas les caractères latins, auxquels je ne suis parvenu que bien des années plus tard et que l'on pourra voir dans les matrices du second tome. Pour me déprendre des habitudes mentales que pouvaient avoir imprimé en moi la connaissance des langues vivantes ou mortes que j'avais étudiées, j'ai toujours travaillé avec des icônes et, de préférence, en utilisant des tableurs, des systèmes de bases de données et des logiciels de dessin plutôt qu'avec des traitements de texte. Mes matrices de types devenaient de plus en plus complexes. Je commençais à rêver d'un système qui pourrait servir simultanément de modèle général de l'intelligence collective humaine et de langue

computable au service de cette intelligence collective : un miroir symbolique capable de refléter les processus de cognition sociale dans le médium numérique. La *surlangue* dont je parlais dans mon ouvrage de 1994 précisément intitulé *L'intelligence collective* était une référence secrète à ce travail en cours, même si je n'avais aucune garantie qu'il soit un jour achevé²⁸. Indépendamment du succès de mon entreprise, il devenait de plus en plus clair que le médium numérique évoluait rapidement - mais de manière non linéaire - vers une mémoire mondiale interconnectée. La communauté multiple et bigarrée - tendant asymptotiquement vers la totalité de l'espèce - qui alimentait et exploitait cette mémoire mise à jour en temps réel allait avoir besoin d'un outil de gestion de la bibliothèque de Babel²⁹. Il lui faudrait un langage de métadonnées, un métalangage calculable lui permettant de surmonter ses séparations sémantiques. Or aucun des systèmes symboliques inventés par l'humanité jusqu'à maintenant n'avait été conçu pour tirer profit d'un médium accessible par un réseau ubiquitaire, aux capacités de stockage quasi-illimitées, à la puissance de calcul en augmentation constante. Porté par cette vision, je continuais à combiner mes icônes sur un mode hypertextuel. Au bout de quelques années, il m'apparut que ma dialectique ternaire laissait échapper une importante dimension de la réalité. Il me manquait une *dialectique binaire*, qui devait faire pendant au triangle être / signe / chose. Nombre de cultures ou de traditions ont déjà exprimé cette dialectique binaire sous la forme d'une opposition et d'une complémentarité entre le Ciel et la Terre, l'âme et le corps, la forme et la matière, l'extension et la pensée, le yin et le yang, la forme et la vacuité... J'ai représenté cette dialectique binaire par une *polarité virtuel / actuel* et j'ai consigné mes méditations à ce sujet dans l'ouvrage *Qu'est-ce que le virtuel ?*, paru en 1995³⁰. Au lieu d'avoir trois primitives sémantiques, j'en avais maintenant cinq !

1.2.2.6. *Approfondissements*

Parallèlement à mon activité de fond sur le métalangage, à la fin des années 1990 et au début des années 2000, j'ai répondu par deux rapports aux commandes du Conseil

28. « Par-delà les médias, des machineries aériennes feront entendre la voix du multiple. Encore indiscernable, assourdie par les brumes du futur, baignant de son murmure une autre humanité, nous avons rendez-vous avec la surlangue. » *L'intelligence collective*, p. 16 de l'édition de poche [LVY 1994b].

29. Voir la nouvelle de J. L. Borgès précisément intitulée *La bibliothèque de Babel* [BOR 1944a].

30. [LVY 1995].

de l'Europe³¹ et de la Commission Européenne³². Il s'agissait d'éclairer ces institutions sur les évolutions culturelles et politiques prévisibles qui étaient liées à la montée du médium numérique. J'ai poursuivi dans *Cyberculture* (1997) ma réflexion sur le concept d'unité ouverte, que j'appelais dans ce livre l'« universel sans totalité ». Je tentais notamment de dissiper dans cet ouvrage les fantasmes orwelliens qui obscurcissaient le regard des élites européennes sur l'Internet en montrant que, malgré les tentatives de censure des Etats et de contrôle commercial des grandes entreprises, le médium numérique était fondamentalement participatif, accueillant à la diversité, impossible à clore et qu'il offrait surtout un support de créativité collective dont il fallait apprendre à tirer profit. La cyberculture n'était pas un phénomène marginal de maniaques du réseau : avec l'Internet émergeait *un nouveau régime culturel*, et cet événement était aussi important dans son genre que les inventions de l'écriture ou de l'imprimerie. Quant à *Cyberdémocratie* (2002), j'y annonçais l'explosion sur le Net d'une nouvelle liberté de parole, l'appropriation générale de la puissance d'émettre et de capter, l'émergence enfin de nouvelles formes de délibération et de communication politique en ligne, toutes choses que l'éclosion de la blogosphère et des médias sociaux, sans oublier la victorieuse campagne électorale d'Obama grâce au Web et le printemps arabe, allaient rendre évidentes quelques années plus tard³³.

J'ai par ailleurs publié deux ouvrages moins académiques, *Le Feu libérateur* (1999) et *World philosophie* (2000). Le premier rend compte de mon exploration pratique de diverses traditions spirituelles, et notamment du Bouddhisme qui a développé à la fois une philosophie de l'esprit d'une grande subtilité et des techniques raffinées (contemplations et méditations) d'auto-observation de l'activité cognitive. Le second ouvrage exprime mon intuition d'une évolution de l'humanité vers une forme d'unité ouverte transcendant - sans les abolir - ses divisions politiques, religieuses et culturelles. Mon travail sur IEMML ne devra évidemment être évalué que selon des critères scientifiques et techniques. Mais le lecteur doit savoir, pour saisir pleinement la nature de mon entreprise, que je n'ai pas limité mes efforts de compréhension de l'esprit humain à la lecture d'ouvrages de sciences cognitives contemporaines. Les grandes pensées restent de grandes pensées, quels que soient leurs siècles et leurs lieux d'origine. A ce titre, elles ont quelque chose à nous enseigner. J'ai donc *aussi* puisé mon inspiration aux sources des sagesse orientales, à la tradition cabalistique de la combinatoire des lettres, comme d'ailleurs dans la théologie médiévale de tradition aristotélicienne et néoplatonicienne. Certaines théories de l'intelligence divine peuvent être considérées

31. *Cyberculture* [LVY 1997].

32. Le livre *Cyberdémocratie* [LVY 2002] n'était pas le texte de mon rapport (puisque la Commission refusait à la fois de le publier et de renoncer à ses droits) mais il était fondé sur le travail que j'avais fait pour la Commission. Ce petit obstacle contractuel m'a permis d'élargir le propos à l'ensemble du monde au lieu de rester confiné à l'Europe.

33. Le terme de Web 2.0 n'a été lancé par Tim O'Reilly qu'en 2004.

comme des modèles remarquables - quoique très idéalisés - de l'intelligence collective humaine ! D'autre part, je n'aurais certainement pas poursuivi mon travail sur le métalangage pendant tant d'années sans aucun résultat tangible si je n'avais pas été animé par une foi profonde dans la capacité de l'espèce humaine à prendre conscience de son unité.

1.2.3. *Les années de gestation 2002-2010*

Je n'ai pu achever mon projet - au moins sur le plan intellectuel - que grâce à l'obtention d'une Chaire de Recherche du Canada en intelligence collective à l'Université d'Ottawa. Cette position privilégiée m'a permis de concentrer tous mes efforts dans la même direction durant dix années ininterrompues.

1.2.3.1. *Un modèle de l'intelligence collective*

J'ai d'abord œuvré à systématiser et à équilibrer mon idéographie de manière à ce qu'elle soit capable de baliser les principales dimensions d'une intelligence collective conçue comme *moteur principal du développement humain*³⁴. En effet, dans les premières années de mon travail à Ottawa, je ne pensais pas encore arriver à un langage potentiellement illimité, capable de refléter toutes les nuances des langues naturelles. J'envisageais seulement à l'époque quelque chose comme un système de « codes postaux » couvrant l'essentiel des zones sémantiques nécessaires à déterminer le style propre d'une intelligence collective.

J'aboutis alors à l'architecture idéographique représenté par la figure 1.6. Le haut du diagramme représentait les idéogrammes marquant les qualités *virtuelles* d'une intelligence collective tandis que le bas représentait les idéogrammes marquant les qualités *actuelles*. Chacun des deux grands groupes d'idéogrammes était divisé en trois sous-groupes, correspondant respectivement au signe (à gauche), à l'être (au centre) et à la chose (à droite). Chacune des six branches s'organisait de la manière suivante : un idéogramme principal représentait l'orientation sémantique générale de la branche, neuf *archétypes* caractérisaient les principales distinctions (interdépendantes !) dans cette branche. Les 81 *types* croisaient systématiquement les archétypes deux-à-deux dans la partie actuelle et répondaient à des structures plus complexes dans la partie virtuelle. La branche des rôles sociaux se passe de commentaires, celle des « documents » correspondait à une analyse des fonctions sémiotiques, la branche des « équipements » à une analyse des fonctions techniques, celle des « vouloirs » à un éventail des différentes valeurs culturelles. Les « pouvoirs » proposaient surtout une classification des compétences dont les neuf *archétypes* correspondaient au *trivium* généralisé et les *types* à l'application de ces compétences aux archétypes actuels. Finalement, les

34. Voir sur ce point la section 5.1.

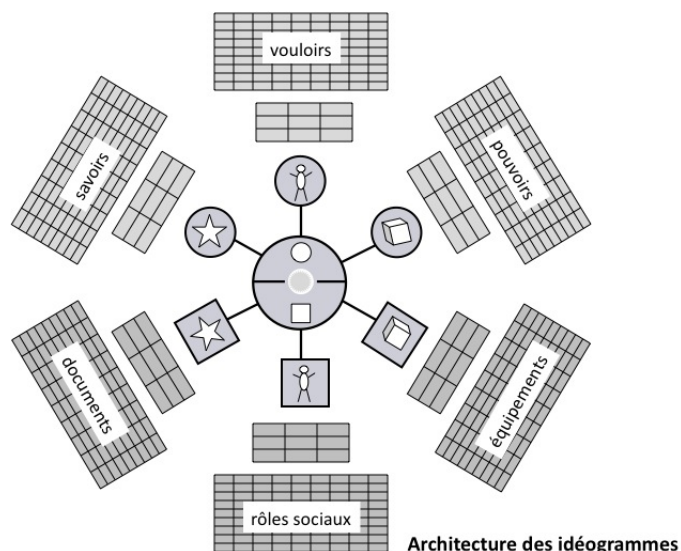


Figure 1.6 – Un modèle de l'intelligence collective à six pôles

savoirs étaient organisés comme une réflexion de la cognition collective sur ses différentes parties - telles que représentées dans ce modèle à six branches - et sur leurs interactions ³⁵. On verra dans le second tome de ce livre que tout cela a été conservé avec de légères modifications dans le dictionnaire d'IEMML.

L'étape suivante a consisté à analyser en détail les appuis fournis par chacune des six branches au fonctionnement des cinq autres et les forces qu'elle en recevait en retour pour son propre fonctionnement. J'ai traversé successivement plusieurs modèles mais je n'en représente ici qu'un seul (voir la figure 1.7) afin de ne pas lasser le lecteur. Ma réflexion s'orientait progressivement vers une *économie de l'information* capable de mesurer des flux dans des canaux, d'affecter une valeur à différents « capitaux » (correspondant aux six pôles de mon modèle) et de suggérer des décisions pertinentes relatives aux évolutions souhaitables ainsi qu'aux alliances utiles entre différentes intelligences collectives.

Mon modèle se complexifiait progressivement et j'aboutissais à un répertoire d'idéogrammes de plus en plus important. J'ai même pris des leçons particulières de design

35. Le lecteur pourra remarquer les analogies entre ce type de représentation et la tradition rhétorique des théâtres de mémoire. Voir par exemple l'ouvrage de Frances Yates, *The art of Memory* [YAT 1974].

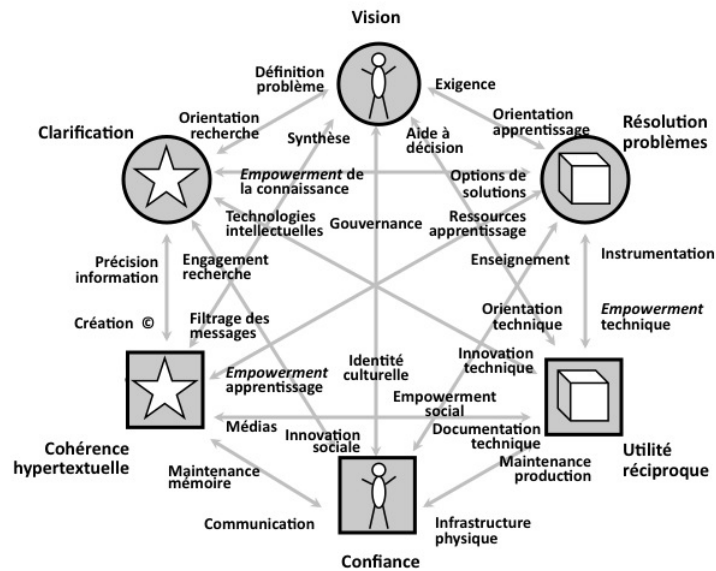


Figure 1.7 – Les transferts d'information entre les six branches du modèle de l'intelligence collective

graphique avec mon épouse Darcia Labrosse afin de me perfectionner dans la représentation visuelle d'idées abstraites. Le jeu constant avec les symétries visuelles et le maniement quasi physique des icônes pendant des années m'ont fourni l'intuition sensorimotrice de la structure de groupe mathématique à laquelle j'allais finalement parvenir. Cependant, à force de travailler sur un répertoire d'idéogrammes de plus en plus encombrant, j'ai fini par réaliser que les images représentaient une phase sans doute nécessaire, mais non pas une solution définitive. Ne fallait-il pas permettre aux futurs utilisateurs (même s'il s'agissait d'un petit nombre de spécialistes) de manipuler directement cette écriture au moyen de leur clavier ? Je me suis donc résolu à travailler sur une représentation plus abstraite de mon langage, quitte à laisser les utilisateurs choisir eux-mêmes la forme visuelle qu'il prendrait, puisque les connotations des images peuvent varier selon les contextes et les cultures.

1.2.3.2. Un langage régulier

Parallèlement à la transformation de la notation d'IEML, je commençais à incliner vers la production d'un métalangage d'indexation complet, avec des noms, des verbes, des cas, des conjugaisons, des adverbess, des prépositions et ainsi de suite. Tous ces éléments sont aujourd'hui présents dans le dictionnaire d'IEML.

ALPHABET IEML

wo ▬▬▬▬ réfléchir	wa ▬▬▬▬ agir	y ▬▬▬▬ savoir	o ▬▬▬▬ vouloir	e ▬▬▬▬ pouvoir
wu ▬▬▬▬ percevoir	we ▬▬▬▬ reconstituer	u ▬▬▬▬ énoncer	a ▬▬▬▬ s'engager	i ▬▬▬▬ faire
j ▬▬▬▬ mutation de signifiant	g ▬▬▬▬ mutation documentaire	s ▬▬▬▬ idée	b ▬▬▬▬ société	t ▬▬▬▬ mémoire
h ▬▬▬▬ mutation de sens	c ▬▬▬▬ mutation personnelle	k ▬▬▬▬ langage	m ▬▬▬▬ affect	n ▬▬▬▬ monde
p ▬▬▬▬ mutation de réfèrent	x ▬▬▬▬ mutation matérielle	d ▬▬▬▬ vérité	f ▬▬▬▬ vie	l ▬▬▬▬ espace

Figure 1.8 – Les 25 caractères minuscules d'IEML

A cette époque je n'avais que 5 primitives. Ces primitives ont été finalement désignées par des lettres capitales : U (vituel), A (actuel), S (signe), B (être, *being* en anglais), T (chose, *thing* en anglais). Le passage des icônes aux lettres de l'alphabet latin s'est fait progressivement, avec une étape intermédiaire dans laquelle des « barrettes » représentaient mes cinq primitives, comme on peut le voir dans la figure 1.8. Les barrettes à trois positions représentaient les éléments de la dialectique signe (gauche) / être (centre) / chose (droite) tandis que les barrettes à deux positions représentaient les éléments de la dialectique virtuel (gauche) / actuel (droite). Tout ce qui commençait par un élément de la dialectique binaire était de nature verbale, tandis que ce qui commençait par un élément de la dialectique ternaire était de nature nominale. Afin de simplifier la vie des utilisateurs, je décidai que tout ce qui était de nature verbale devait être représenté par des voyelles et que ce qui était de nature nominale devait être représenté par des consonnes. Comme ma combinatoire aboutissait à dix voyelles et que l'alphabet latin n'en comporte que six, j'ai adopté des voyelles longues (wo, wa, wu, we) pour ne pas poser de problèmes aux utilisateurs de claviers sans accents.

La figure 1.8 se présente comme un alphabet idéographique. Chacune des 25 lettres minuscules représente une des dispositions possibles des cinq primitives U, A, S, B, T (représentées par cinq barrettes distinctes) sur les deux places syntaxiques *substance* et *attribut*. On voit que cet « alphabet » n'est pas phonétique dans son essence et qu'il est indépendant des langues naturelles. Les expressions en français qui explicitent les idéogrammes peuvent être remplacées par des expressions équivalentes dans n'importe quelle autre langue naturelle. A partir d'un dictionnaire établissant la correspondance entre chaque idéogramme et ses explicitations ou descriptions dans les diverses langues naturelles, j'entrevois la possibilité de traduire automatiquement une expression IEML en langue naturelle et même de passer d'une expression dans une langue naturelle à une expression dans une autre par l'intermédiaire d'IEML.

On peut voir sur le tableau de la figure 1.8 que mes « lettres » minuscules (qui étaient en fait des mots idéogrammatiques) se composaient à partir de *deux* places syntaxiques. Je m'autorisais encore à l'époque des plis à deux opérandes. Mais dans la composition de mots et désormais de *phrases* de couches de complexité supérieure, j'avais toujours besoin de *trois* places syntaxiques (substance, attribut, mode), chacune de ces trois places jouant un rôle différent dans la construction de l'expression. A des fins de simplification et de standardisation, je décidai d'adopter systématiquement la triplification à *toutes les couches*. De plus, chacune des trois places syntaxiques distinctes devait jouer le même rôle sémantique quelle que soit la couche. Je me trouvais alors avec des situations où je n'avais qu'un ou deux éléments pour occuper trois places syntaxiques standard. Or toutes les expressions devaient pouvoir être reconnues sans ambiguïté par un analyseur syntaxique automatique (*parser*). Dès lors, comment savoir si *ba* signifiait (1b 2a 3) , (1b 2 3a) ou (1 2b 3a) ? Puisqu'il s'agissait d'une notation par position, je fus obligé de réinventer le zéro ! C'est pourquoi j'introduisis une sixième primitive, que j'ai appelé le *vide*, noté E³⁶. Mes six primitives se notaient par des lettres capitales : E pour *Emptiness*, S pour *Sign*, B pour *Being*, T pour *Thing*, A pour *Actual*, et U pour *Virtual* (je n'utilisai pas le V pour rester fidèle à la règle selon laquelle les éléments de la dialectique virtuel / actuel devaient être représentés par des voyelles). Dès lors *b* signifiait SBE, *a* signifiait ABE et *ab* devait se noter abEEE ou bien ~~SBEABEEEE~~ **ABESBEEEE**

Pour éviter d'avoir à noter explicitement *tous* les vides, qui dans certains cas pouvaient être fort nombreux, j'adoptai la convention consistant à terminer chaque triplet syntaxique d'un signe de ponctuation marquant sa couche. A partir de la disposition des signes de ponctuation, il devenait possible de reconstituer automatiquement les vides implicites. Deux points : marquaient la couche 0, un point . la couche 1, un tiret - la couche 3, et ainsi de suite. J'aboutis alors à la distinction entre, d'une part, IEML, un langage formel qui consistait en structures abstraites mathématiquement descriptibles sous forme de chaînes de symboles et, d'autre part, STAR (*Semantic*

36. Initiale de l'anglais *Emptiness*.

Tool for Augmented Reasoning) une notation permettant de manipuler IEML de façon pratique. Par exemple, au lieu d'écrire ~~SBEABEEEEE~~ (IEML « mathématique »), on pouvait écrire ~~*S :B :.A :B :.-**~~ ou bien *a . b . -** (les étoiles marquant le début et la fin des expressions en STAR-IEML). Le *parser* aujourd'hui disponible est capable de vérifier la correction des expressions en STAR et de les « lire », c'est-à-dire de traduire les lettres minuscules en lettres majuscules, de reconstituer les vides implicites, d'attribuer chaque symbole et groupe de symboles à une place syntaxique déterminée et de transposer le tout en format XML.

*A:B:.S:B:.-**

Ce travail sur la notation a été fait en collaboration avec Michel Biezunski et Steve Newcomb, qui ont programmé une première version hypertextuelle du dictionnaire d'IEML et les différentes versions successives du *parser*. Ces chercheurs m'ont fait bénéficier de leur expérience dans la mise au point de normes informatiques, puisqu'ils sont notamment les pères du standard *Topic Maps*. Ce sont eux qui ont élaboré la version XML d'IEML qui explicite les couches et places syntaxiques de tous les symboles et groupes de symboles.

On voit que j'étais parvenu insensiblement à un langage régulier (au sens de Chomsky), qui pouvait se représenter par des chaînes de caractères. J'ai perfectionné progressivement ce langage en y ajoutant des opérateurs permettant la manipulation algébrique (unions, intersections, différences) d'*ensembles* de chaînes de caractères et en autorisant la construction d'expressions comprenant *plusieurs ensembles* de séquences de différentes couches. Une expression valide en IEML est désormais appelée un USL (*Uniform Semantic Locator*) et consiste en ensembles de séquences de couches différentes. La formalisation mathématique d'IEML a commencé dès 2003, mais elle ne s'est achevée qu'en 2010. A partir de 2008, j'ai travaillé presque exclusivement à mettre au point des *fonctions de construction de circuits sémantiques* entre expressions IEML et à prouver leur calculabilité. Ces fonctions utilisent autant que possible les propriétés de symétrie (la structure de groupe) et les possibilités de calcul algébrique inhérentes au métalangage. Je ne serais jamais parvenu à la topologie sémantique³⁷ exposée au second tome sans la fidèle collaboration de Andrew Rocznik, un ingénieur doué en mathématiques dont j'ai co-dirigé (avec le prof. Abed El Saddik) la thèse en informatique à l'Université d'Ottawa et qui m'a patiemment aidé à formaliser ma pensée, version après version, pendant près de sept années.

1.3. Le fruit : vers une cognition hypercorticale

Après avoir indiqué la finalité de ma recherche (augmenter la cognition collective), les trois contraintes (sémantique, éthique et technique) qui la canalisent et le long chemin que j'ai parcouru pour atteindre à un résultat, il me faut décrire le plus brièvement

37. Voir en ligne <http://www.ieml.org/spip.php?article152>

possible l'outil auquel je suis finalement parvenu de manière à ce que le lecteur puisse l'embrasser d'un seul coup d'œil. Les lignes qui suivent offrent un résumé compact de ce que j'entends justifier et expliquer à loisir dans le reste de ce livre. Le lecteur sait maintenant que je n'ai découvert la structure complexe du métalangage que progressivement, après de longues années d'essais et d'erreurs. Il doit se souvenir d'autre part que ce métalangage est censé être développé et utilisé de manière *collaborative*. En effet, mon invention personnelle ne porte que sur la syntaxe mathématique et sur le noyau initial du dictionnaire d'IEML. Cette invention a posé l'existence irréversible d'un automate sémantique - une machine abstraite à « calculer le sens » - ouvrant de nouvelles possibilités à la cognition humaine. Mais, sur un plan pratique, beaucoup reste encore à faire. L'entreprise de recherche et développement qui utilisera la sphère sémantique IEML comme grille de calcul fondamentale de l'information numérique du futur devra impliquer de vastes équipes multi-culturelles et multi-disciplinaires.

1.3.1. Un système de coordonnées

La finalité à long terme d'IEML est de devenir le système d'adressage d'une sphère sémantique commune dans laquelle la cognition humaine pourra (a) organiser sa mémoire et ses connaissances selon une multitude ouverte de perspectives commensurables et (b) représenter et observer ses propres processus auto-organisateurs. IEML est un langage formel, au sens où ses expressions syntaxiquement valides peuvent être générées et reconnues par un automate fini. Le nombre d'expressions valides à la signification distincte est fini, mais *immense* puisqu'il en existe *plus* que de photons dans l'univers, et cela de plusieurs ordres de grandeur.

Il y a évidemment 2^6 c'est-à-dire *soixante-quatre* sous-ensembles distincts de l'ensemble des six primitives T, B, S, A, U, E . A la couche zéro, il existe $64 - 1 = 63$ caractères idéographiques significatifs. Ce nombre de 63 correspond à l'ensemble des *parties* de l'ensemble des primitives moins l'ensemble nul. On n'utilise l'ensemble nul - à distinguer de la primitive « vide » - que pour les opérations : il n'a pas d'interprétation dans le dictionnaire. A la couche un (première tripllication), il existe 63^3 c'est-à-dire plus de 250 047 séquences sémantiques distinctes. A la couche deux (deuxième tripllication), il en existe 63^9 à savoir 15 633 814 156 853 823. A la couche trois (après trois tripllications) on obtient 63^{27} séquences, ce qui donne *in extenso* 3 821 156 589 287 986 284 580 441 367 887 410 055 869 435 352 767 séquences sémantiques distinctes. A la couche 4, on obtient 63^{81} séquences sémantiques distinctes, ce qui donne le nombre astronomique : 12 913 993 997 549 750 548 748 951 390 525 129 485 166 487 876 965 953 696 701 312 933 401 663. La couche 5 est composée de 63^{243} séquences distinctes et la couche 6 de 63^{729} séquences distinctes. Il ne me semble pas utile à ce stade de couvrir des pages de lignes de chiffres que nul ne va lire pour expliciter ces nombres immenses. Mais il ne s'agit là que du nombres de séquences ! Il faut se souvenir en outre que les USL (*Uniform Semantic Locators*) sont composés d'*ensembles* de séquences appartenant aux sept couches (de zéro à six). Il existe donc

en tout une quantité d'USL distincts qui excède de plusieurs ordres de grandeur le nombre de particules élémentaires de l'univers physique connu. Il y a suffisamment de place, semble-t-il, dans le métalangage IEML pour que toutes les significations puissent s'exprimer !

Chaque texte valide du métalangage IEML - chaque USL - peut être considéré comme l'adresse d'un « nœud » de la sphère sémantique. Car IEML vient avec un automate qui est capable de *tracer des circuits sémantiques entre les USL* et de *les interpréter en langues naturelles*, pourvu qu'il soit convenablement programmé par un dictionnaire. Cet automate sémantique connecte les nœuds de la sphère IEML par deux types de liens : les liens paradigmatiques, qui relient les expressions considérées sous leur aspect de *concepts* et les liens syntagmatiques, qui relient les expressions considérées sous leur aspect d'*énoncés*.

1.3.1.1. Connexions paradigmatiques

Les liens paradigmatiques appartiennent eux-mêmes à plusieurs familles : ils peuvent être étymologiques, taxonomiques, symétriques et sériels.

1.3.1.1.1. Connexions étymologiques

Les liens *étymologiques* connectent des concepts composés (de couche n) à des concepts plus élémentaires (de couche $n - 1$). Ils indiquent que l'on peut dériver le sens des concepts composés à partir des concepts plus élémentaires. Typiquement, la signification d'un mot peut venir d'une ou plusieurs racines. Pour prendre un exemple en langue naturelle, *hypothèse* vient de *thèse* - la notion de *poser* en grec ancien - et de *hypo* - l'intuition spatiale de *l'en dessous* en grec ancien. En IEML, on peut voir sur les matrices des figures 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 et 1.8 comment les significations des idéogrammes de couche 1 dérivent des idéogrammes tripliqués de couche 0. J'ai esquissé plus haut (voir la sous-section 1.2.2.2) une analyse étymologique de la matrice de la figure 1.2. Je signale dès maintenant que la signification de *tous les mots du dictionnaire* IEML ne peut pas être dérivée de leurs composantes (il y a des concepts premiers, comme il y a des nombres premiers). En revanche, la signification de toutes les *phrases* et de toutes les *propositions* complexes peut être déduite automatiquement de la signification des mots dont ils sont composés. Les liens étymologiques ne sont évidemment tracés par l'automate sémantique IEML *que* lorsqu'il y a effectivement dérivation du sens d'une expression de couche n à partir d'une expression de couche $n - 1$.

1.3.1.1.2. Connexions taxonomiques

Les liens *taxonomiques* connectent les concepts dont les uns sont des sous-ensembles des autres, comme dans le cas de « vertu » et « générosité ». Pour donner un exemple en IEML, il existe une expression correspondant à l'*union* de toutes les séquences (tous les idéogrammes) de la matrice de la figure 1.3 et le descripteur en

langue naturelle de cette expression est « fonction sémiotique ». Le lecteur comprendra aisément que chacune des expressions contenues dans les cellules de la matrice représentée à la figure 1.3 sont des sous-ensembles de la « fonction sémiotique ». L'automate sémantique IEML trace automatiquement un lien taxonomique entre chacun des concepts contenus dans les *cellules* de la figure 1.3 et le concept (« fonction sémiotique ») correspondant à l'ensemble de la *matrice*.

1.3.1.1.3. Connexions symétriques

Les liens *symétriques* connectent des concepts qui peuvent être substitués les uns aux autres pour épuiser un domaine, comme par exemple les différents concepts de couleurs. Les liens de symétrie sont aussi utilisés pour indiquer des concepts complémentaires, comme par exemple « enseigner » et « apprendre » ou « professeur » et « élève »³⁸. Si l'on veut bien se reporter aux figures 1.2, 1.3, 1.4 et 1.5 qui précèdent, on verra que chaque matrice figure un petit système de permutations entre le contenu de ses cellules. Toutes les cellules de la même matrice sont donc en relation de symétrie. J'ai déjà évoqué à la sous-section 1.2.2.3 les relations symétriques entre les idéogrammes signifiant la *mémoire*, la *marque*, le *contenant* et le *scribe* : leurs substances et leurs attributs sont identiques (respectivement la *chose* et le *signe*) tandis que les primitives *vide*, *signe*, *être*, et *chose* se substituent sur leurs modes. J'ai aussi évoqué les mots IEML qui se traduisent en français par *histoire* et *tradition*. Leur écriture actuelle en IEML donne *k . o . - t . o . - ' ** (histoire) et *t . o . - k . o . - ' ** (tradition). Comme on peut le voir sur cet exemple, les deux expressions inversent leur substance et leur attribut et cette symétrie formelle correspond à une symétrie sémantique.

1.3.1.1.4. Connexions sérielles

Finalement il existe des liens *sériels*, marquant des relations avant / après entre les concepts, relations qui résultent d'un rangement automatique des concepts selon des gradients linéaires, comme par exemple plus abstrait / plus concret. Pour un exemple en IEML, on inspectera la matrice de la figure 1.8. On vérifiera d'abord que toutes les rangées ont la même substance (premier rôle) et que toutes les colonnes ont le même attribut (second rôle). Les rangées et les colonnes sont ordonnées par un principe de réification ou de concrétude croissante : virtuel, actuel, signe, être, chose. virtuel / actuel vient *avant* parce qu'ils marquent les processus (verbes) et signe / être / chose viennent *après* parce qu'ils marquent des entités réifiées (noms). A l'intérieur de la dialectique virtuel / actuel, le virtuel est évidemment plus abstrait que l'actuel. Quant à la triade être / signe / chose, il est clair que la chose est plus concrète que le signe, l'être jouant le rôle d'intermédiaire. Ainsi, dans l'ensemble de la matrice de la figure 1.8, le moins concret se trouve en haut à gauche et le plus concret en bas à droite. Les cellules de chaque colonne s'étagent du plus au moins subtil en descendant vers

38. La matrice O :M :O :M :- du dictionnaire donne un bon exemple de ces complémentarités, voir le second tome.

le bas et celles de chaque rangée perdent en subtilité - ou gagnent en concrétude - en allant vers la droite. On aura compris que cet ordre alphabétique (qui est aussi un ordre sémantique, contrairement au cas de l'alphabet phonétique) peut servir à ranger automatiquement les expressions IEML.

1.3.1.2. *Connexions syntagmatiques*

Les liens syntagmatiques dessinent des *rhizomes* qui décomposent, de degré de complexité en degré de complexité, les discours IEML (les USL) en propositions composées, les propositions composées en phrases, les phrases en mots et les mots en morphèmes. Il va sans dire que les relations entre morphèmes du même mot, entre mots de la même phrase, entre phrases de la même proposition et entre propositions du même discours (USL) sont également représentés par des liens explicites. Il s'agit de rhizomes et non pas d'arbres parce que les connexions ne sont pas seulement de type hiérarchique ou généalogique. Les nœuds issus du même « bulbe » (et qui sont donc de même degré généalogique) sont connectés par des capillaires horizontaux. Par exemple, les mots qui entrent dans la composition de la même phrase IEML sont automatiquement découpés et connectés par des liens capillaires qui indiquent leurs relations grammaticales. De plus, en règle générale, le même nœud peut entrer dans une foule de relations transversales avec d'autres nœuds, ces relations répondant toujours à des fonctions automatisables.

1.3.1.3. *Une topologie computationnelle*

Sur un plan métaphorique, on peut comparer les circuits syntagmatiques et paradigmatiques à des « méridiens » et des « parallèles » de la sphère sémantique. La topologie sémantique basée sur IEML génère une immense structure close de canalisations syntagmatiques et paradigmatiques qui s'entrecroisent autour de nœuds (les expressions valides d'IEML) dont chacun est une variable distincte d'un groupoïde de transformations symétriques et calculables. On peut imaginer la *syntaxe* d'IEML comme une machine fixe capable de computer l'immense réseau à complexité fractale de la sphère sémantique. Cette machine syntaxique a besoin qu'on lui fournisse un *dictionnaire* qui établit une correspondance entre expressions IEML et langues naturelles et qui règle le détail des connexions. Le dictionnaire fonctionne comme un « programme sémantique » de tissage de la sphère (programme évolutif et perfectible) qui actualise les potentialités de la machine computationnelle qu'est la syntaxe du métalangage.

Chaque nœud de la sphère sémantique IEML est au centre d'une multitude de *chemins de transformation* calculables. Le long de ces chemins de transformation, chaque « pas » d'un carrefour à l'autre est la variable d'une fonction discrète. Pas à pas et de proche en proche, ces chemins relient chaque nœud à l'ensemble immense des autres nœuds. Dans la direction centrifuge, un nœud est donc l'origine singulière d'une étoile de transformation qui génère la totalité de la sphère. Dans la direction centripète, un nœud fonctionne comme un point de fuite universel de la sphère, puisqu'il existe

un chemin de transformation calculable qui mène vers lui à partir de n'importe quel autre nœud. En somme, la sphère sémantique IEML est une sphère dont le centre est partout, la circonférence nulle part et dont chaque singularité organise de manière originale un immense circuit sémantique.

1.3.2. Une économie de l'information

Les liens orientés entre deux nœuds sont appelés des canaux. A chaque canal de la sphère sémantique peut être associé un flux d'énergie qui se définit par un couple de nombres : un nombre cardinal (*quantité* d'énergie, positive ou nulle) et un nombre ordinal (*qualité* d'énergie, négative, positive ou nulle). L'énergie associée à un canal est un *courant informationnel*. Les fonctions de *l'économie de l'information* ont des flux de courant en entrée et des flux de courant en sortie. Elles n'utilisent que des transformations calculables sur les nombres et sur les canaux. L'économie de l'information basée sur IEML est donc fondée sur un groupe de transformations calculables de la sphère sémantique. On pourra modéliser, par conséquent, toutes sortes de fonctions économiques inspirées par exemple de modèles écosystémiques, neuronaux, sociaux, psycho-sociaux ou économiques au sens de l'économie monétaire. On pourra explorer également des dynamiques originales de circulation du courant informationnel dans la sphère sémantique, spécialement conçues pour modéliser diverses formes d'intelligence collective ou de stratégies cognitives personnelles. En somme, la sphère sémantique se présente comme le terrain computationnel commun et transparent d'un grand nombre de *jeux*, chaque jeu correspondant à un ensemble de fonctions économiques impliquant certains circuits particuliers. Je signale pour finir que la topologie sémantique présentée dans le second tome propose diverses fonctions pour le calcul de *distances sémantiques*, distances qui peuvent être pondérées selon l'intensité et la valeur du courant circulant dans les canaux ³⁹.

L'économie de l'information IEML offre un outil de modélisation computable de la cognition symbolique qui peut servir à simuler, représenter, observer les phénomènes cognitifs à l'échelle personnelle comme à l'échelle collective. Sur un plan pratique, l'usage effectif de la sphère sémantique est évidemment subordonné à l'existence de *programmes d'indexation*, qui transforment les données multimédias en provenance du Web en flux d'information dans la sphère sémantique, et qui transforment en retour les dynamiques de courants d'information dans la sphère sémantique en données multimédias interactives. Ultimement, l'intelligence humaine - telle qu'elle

39. On trouvera le détail de ces fonctions dans le second tome.

s'investit objectivement dans les données du Web - deviendrait capable de réflexivité⁴⁰ dans le miroir d'un *médium numérique coordonné par la sphère sémantique*, que j'appelle l'Hypercortex⁴¹.

1.3.3. *Un Hypercortex au service de l'augmentation cognitive*

Au moment où j'écris ces lignes, la sphère sémantique IEML est une idée philosophique, une construction théorique de type mathématico-linguistique. Mais ce mécanisme abstrait ayant été intégralement formalisé et la démonstration de sa calculabilité ayant été faite, j'affirme que - dans le type de réalité qui est celui des machines abstraites - la sphère sémantique *existe*. Dès lors, tôt ou tard, l'implantation informatique « libre » et l'usage collaboratif de la sphère sémantique IEML nous permettront de relever trois grands défis de l'augmentation cognitive : celui de la modélisation scientifique de la cognition symbolique, celui d'un perfectionnement de la production collaborative de connaissance à partir des données du Web et finalement celui d'une augmentation des capacités personnelles autonomes d'organiser ses apprentissages et de naviguer dans les flux d'information.

1.3.3.1. *Un modèle scientifique de la cognition humaine*

L'Hypercortex basé sur la sphère sémantique IEML permettra, premièrement, de disposer d'un modèle scientifique de la cognition symbolique dont la complexité soit du même ordre de grandeur que son objet et qui permette de prendre en compte ses dimensions socio-culturelles. Le modèle de l'économie de l'information dans l'Hypercortex ne rabat pas le fonctionnement de la pensée sur celui des neurones (ni d'ailleurs sur le fonctionnement de n'importe quel système matériel naturel), il ne le réduit pas non plus à quelques règles de raisonnement automatique dans un micro-monde de propositions élémentaires. Il est néanmoins scientifique dans la mesure où il peut s'expliquer en termes de fonctions calculables et se manipuler automatiquement de manière transparente, reproductible et partageable. Représenter les phénomènes complexes de la vie de l'esprit par des graphes ou des circulations de grandeurs dans des graphes n'est sans doute pas entièrement inédit. L'originalité de la sphère sémantique IEML ne vient pas tant de la représentation topologique sous forme de réseau : presque tous les modèles scientifiques contemporains de phénomènes complexes utilisent la théorie des graphes⁴². La nouveauté et la pertinence de ma proposition théorique vient de ce que les sommets et les arrêtes des circuits sémantiques IEML *sont les variables d'un unique système de transformations symétriques*, ce qui rend tous les aspects du

40. C'est-à-dire d'auto-référence scientifique.

41. Je mets une majuscule à l'Hypercortex comme j'en mets à l'Internet et au Web.

42. Voir notamment, de Albert Laszlo Barabasi, *Linked, the New Science of Networks* [BAR 2002].

graphe transparents à la computation ⁴³. Comme je le disais plus haut, dans la sphère sémantique IEML, le système d'adressage et le système d'expression du contenu sont un identique (et immense) système de transformations algébriques.

1.3.3.2. *Une gestion des connaissances respectueuse de la diversité culturelle*

Au-delà des enjeux strictement théoriques de la modélisation de la cognition symbolique, l'implémentation de la sphère sémantique IEML permettra d'avancer progressivement vers une meilleure intégration de la multitude hétérogène des traditions de connaissance au bénéfice du développement humain. L'économie de l'information modélisée dans la sphère sémantique IEML propose une comptabilité des flux de connaissances créées, échangées et évaluées dans le circuit écosystémique de l'intelligence collective humaine. Les savoirs issus d'une profusion de disciplines, traditions et communautés culturelles qui sont aujourd'hui plutôt mal interconnectés sur le Web pourraient être explicités et coordonnés de manière beaucoup plus efficace grâce à la sphère sémantique IEML. Le point capital est que cette intégration pratique ne se payerait pas du prix d'une réduction de la diversité ou d'un rabotage des différences, mais s'accompagnerait au contraire d'une mise en valeur et d'une articulation de la variété des univers de discours. Le caractère pratiquement infini et radicalement multi-centré de la sphère sémantique devrait rassurer ceux qui craignent que, sous prétexte d'explicitation et de partage, la codification appauvrisse les savoirs ou que quelques points de vue dominants imposent leurs impérialismes réducteurs.

1.3.3.3. *Une écriture permettant la maîtrise intellectuelle des flux d'information*

On sait que la pratique de la lecture et de l'écriture ne sert pas seulement la *communication* de la parole et des informations. C'est aussi une *technologie cognitive* qui permet à la pensée de s'accumuler et de se classer, de se réfléchir ou de s'observer à distance de manière critique, de prendre des formes inconnues des cultures orales (listes, tableaux, théories systématiques). La pratique de l'écriture entretenue par des communautés de spécialistes entraîne une suite ininterrompue d'innovations symboliques : idéographies, alphabets phonétiques, notations mathématiques, etc. L'alphabétisation et la scolarisation des populations humaines répond certes à des finalités économiques ; mais c'est aussi la condition de l'émancipation politique et culturelle des sociétés, la base d'une certaine autonomie de la pensée personnelle dans son rapport à la tradition et dans ses apprentissages.

IEML se présente comme un nouveau type d'écriture ouvrant la possibilité de réfléchir la pensée non plus seulement au moyen de textes statiques sur un support matériel mais sous la forme de *circulations d'information* dans le contexte d'une mémoire

43. Le Giant Global Graph ou « Web des données » de Tim Berners-Lee ne répond évidemment pas à cette contrainte puisque ses adresses fondamentales, les URI (et il en est de même des URL), sont opaques *par construction*, voir <http://www.w3.org/DesignIssues/Axioms.html#opaque>.

numérique coordonnée par la sphère sémantique. En leur offrant des outils élaborés de mesure, de catégorisation, de collecte, de filtrage, de transformation et d'échange, cette « écriture des circuits » ouvrirait aux individus une nouvelle maîtrise intellectuelle des flux de données numériques. IEML pourrait donc servir de base aux environnements de *gestion personnelle des connaissances* dont nous avons le plus urgent besoin pour survivre au déluge des données et organiser la croissance et le raffinement de nos mémoires. Il faut penser que le véritable support de cette écriture n'est pas le papier, le disque dur ou l'écran, mais l'océan fluctuant des données en ligne : c'est une écriture des métadonnées, une canalisation sémantique du mouvement de l'information. Je précise qu'IEML devrait se manipuler au moyens d'interfaces en langues naturelles ou de dispositifs sensori-moteurs interactifs et que la relation directe avec le code sera probablement réservée (au moins pour la génération qui vient) à des professionnels de la modélisation formelle. Il reste qu'une nouvelle *alphabétisation* (*literacy* en anglais) est en vue qui devrait, non seulement aménager la création collaborative des connaissances, mais aussi permettre aux individus de croître en autonomie et en maîtrise de leur destin.

1.3.3.4. *Ouverture humaniste ou singularité post-humaine ?*

Si le médium numérique agité de flux électroniques binaires constitue sans doute une sorte de cerveau fractal planétaire, IEML fournit le système symbolique – le métalangage d'explicitation computable ! - qui permet de donner quelque chose comme une parole, et donc une conscience réflexive, à ce cerveau.

Les nouveaux moyens d'enregistrement, de communication et de traitement mis à notre disposition par les technologies numériques depuis une petite génération (le Web ne date en gros que de la moitié des années 1990) peuvent et doivent être exploitées - en vue de l'exploration de nouvelles puissances cognitives - *par et pour* l'humanité. J'insiste sur l'*humanité* parce que des auteurs tels que Ray Kurzweil et Vernor Vinge ont annoncé la venue prochaine d'une « singularité » à partir de laquelle la civilisation humaine serait « dépassée par les machines ». Au-delà de ce point singulier, le progrès deviendrait l'œuvre d'intelligences artificielles capables de se perfectionner elles-mêmes ou d'une espèce de cyborgs quasi immortels n'ayant plus rien d'humain, évoluant à coup de nano-technologie, de génie génétique et de couplages électroniques. La perspective présentée ici s'inscrit radicalement en faux contre cette vision hyper-matérialiste. Je soutiens que notre évolution sera d'abord et avant tout *culturelle*, fondée sur un perfectionnement de nos capacités de manipulation symbolique en vue d'un développement humain multidimensionnel. En permettant la représentation symbolique des catégories, le langage articulé a ouvert la voie à la réflexivité de la pensée humaine et à des formes d'intelligence collective dont la puissance est inconnue du règne animal. Dans le futur, la représentation symbolique

partagée des processus d'intelligence collective dans le miroir de l'Hypercortex⁴⁴ nous engagera sur la voie d'une *réflexivité symbolique techniquement augmentée*. Dans la situation d'interdépendance planétaire dont nous partageons désormais la conscience, cette réflexivité techniquement augmentée de notre intelligence collective est la condition d'une maîtrise durable du développement humain. Il ne s'agit ni de la promesse d'un quelconque paradis réalisé sur Terre⁴⁵, ni d'une solution magique à tous les problèmes, mais d'une voie de sagesse et de responsabilité à long terme qu'il revient à notre génération d'inaugurer. Loin de l'asservissement à de prétendues intelligences non humaines ou du mirage d'une société de cyborgs immortels, la direction la plus souhaitable de l'évolution culturelle doit être cherchée dans une *ouverture symbolique* : vers un élargissement parallèle de notre connaissance et de notre liberté.

1.4. Plan général de cet ouvrage

Cet ouvrage est publié en deux tomes.

La première partie de ce premier tome, intitulée « Philosophie de l'information », présente les *problèmes* philosophiques, scientifiques et pratiques que le métalangage IEML permet de résoudre. Tous ces problèmes sont reliés à une question centrale : comment augmenter les processus cognitifs humains en exploitant au mieux la mémoire, la communication ubiquitaire et la puissance de calcul du médium numérique ? Cette première partie s'adresse plus particulièrement aux lecteurs intéressés par la philosophie, les sciences de l'homme et de la société, les sciences de l'information et de la communication ainsi que la gestion des connaissances.

La seconde partie de ce premier tome expose dans ses grandes lignes la structure de la sphère sémantique IEML et montre comment elle peut être utilisée comme un système de coordonnées du médium numérique. Grâce à cette couche supplémentaire d'adressage des métadonnées en forme de groupe de transformations sur une topologie des concepts, le « cerveau global » peut donner accès à *une réflexivité de l'intelligence collective*. C'est pourquoi le médium numérique va se métamorphoser en un Hypercortex capable de résoudre les problèmes d'augmentation cognitive présentés dans la première partie. L'Hypercortex coordonné par la sphère sémantique IEML nous permettra de passer de l'état actuel de computation sociale distribuée, qui est encore trop opaque et fragmentée, à un dispositif transparent et public d'observation scientifique des phénomènes de cognition sociale. Cette seconde partie, intitulée « Modéliser la cognition », peut être considérée comme la *théorie fondamentale* du programme de

44. Un Hypercortex qui, j'insiste, ne pourra jouer son rôle de miroir de l'intelligence collective que s'il est coordonné par la sphère sémantique IEML.

45. ... et encore moins de la promesse d'une immortalité terrestre à la Kurzweil.

recherche que je propose ici. Elle est plus spécialement adressée aux lecteurs intéressés par les sciences de la cognition, la linguistique, le « cerveau global », l'intelligence collective et l'intelligence artificielle.

Le second tome exposera en profondeur la syntaxe mathématique d'IEML et détaillera les opérations qui tracent les circuits de la sphère sémantique. C'est aussi dans ce second volume que seront présentées de manière systématique les primitives sémantiques du métalangage et les principes du dictionnaire, avec de nombreux exemples. Le second tome fonctionnera comme une *preuve* de la théorie présentée dans la seconde partie du premier tome. Elle montrera que le métalangage n'est pas seulement une hypothèse mais qu'il existe effectivement. Tous ses aspects importants sont déjà disponibles, notamment la grammaire et le noyau du dictionnaire. J'y fournirai en outre une démonstration mathématique complète de la calculabilité de la sphère sémantique. Le second tome sera plus spécialement destinée aux ingénieurs informaticiens et aux futurs *ingénieurs sémantiques* qui devront augmenter le métalangage et construire les outils permettant de le manipuler.

Une bibliographie multidisciplinaire de près de quatre cents ouvrages et articles scientifiques fournit toutes les références nécessaires au lecteur désireux d'approfondir le sujet.

PREMIÈRE PARTIE

Philosophie de l'information

« Ha ! Très grand arbre du langage peuplé d'oracles, de maximes et murmurant murmure d'aveugle-né dans les quinconces du savoir. . . »

SAINT JOHN PERSE, *Vents*, Gallimard, 1946

« Il se voyait avec plaisir dans cet œil qui le voyait. Son plaisir même devint très grand. Il devint si grand, si impitoyable qu'il le subit avec une sorte d'effroi et que, s'étant dressé, moment insupportable, sans recevoir de son interlocuteur un signe complice, il aperçut toute l'étrangeté qu'il y avait à être observé par un mot comme par un être vivant, et non seulement un mot, mais tous les mots qui se trouvaient dans ce mot, par tous ceux qui l'accompagnaient et qui à leur tour contenaient eux-mêmes d'autres mots, comme une suite d'anges s'ouvrant à l'infini jusqu'à l'œil absolu. »

MAURICE BLANCHOT, *Thomas l'obscur*, Gallimard, 1941, p. 28

« Le terme extrême proposé à la puissance de l'humanité est la puissance, ou vertu, intellectuelle. Et parce que cette puissance ne peut, d'un seul coup, se réduire toute entière en acte par le moyen d'un seul homme ou d'une communauté particulière, il est nécessaire qu'il règne dans le genre humain une multitude par le moyen de laquelle soit mise en acte cette puissance toute entière. [...] Et Averrhoes (Ibn Roshd) est d'accord avec cette sentence dans son commentaire sur les livres de l'âme. »

DANTE ALIGHIERI, *Monarchie*, I, 3.

La première partie de ce livre explore la notion d'unité ouverte, c'est-à-dire l'idée d'une unité qui ne serait ni fermée ni uniforme. Le chapitre deux présente pour commencer une quête scientifique de l'unité de la *nature*. Le chapitre trois tourne autour d'une définition de l'*humanité* basée sur la cognition symbolique. Le chapitre quatre, intitulé *la conversation créatrice*, évoque l'unité du *savoir* humain tout en plaidant pour une interopérabilité sémantique générale de sa gestion en ligne. Le cinquième chapitre, *pour une mutation épistémologique des sciences de l'homme*, en appelle à une transformation unificatrice des « humanités » et des sciences sociales. Le sixième chapitre, enfin, intitulé *l'économie de l'information*, dégage l'unité du *flot informationnel* circulant dans les écosystèmes de savoir les plus variés. Chacun des chapitres suggère respectivement le rôle que pourrait jouer la sphère sémantique IEML dans l'unification ouverte de l'objet dont il traite.

Chapitre 2

La nature de l'information

Ce chapitre veut établir une unité de la nature fondée sur la notion d'information, et particulièrement l'unité ultime de l'esprit et de la matière. Il s'organise en cinq sections. La première section présente - à titre d'orientation générale - une image synthétique de la nature informationnelle. La deuxième section présente le paradigme informationnel et propose une histoire du concept scientifique d'information. La troisième section rend compte de la hiérarchie des niveaux de complexité dans la nature de l'information : les règnes physique, biologique et culturel y sont interprétés en termes de couches de codage. La quatrième section aborde le thème de l'évolution par le biais de l'apparition successive des différentes couches de codage. La cinquième section conclut le chapitre par une discussion de l'unité de la nature. Elle montre notamment comment un système de coordonnées sémantique calculable permettrait d'inclure la culture humaine dans une nature unifiée qui se prête à la connaissance scientifique.

2.1. Orientation

L'objet de cette première section est de situer la sphère sémantique sur une carte générale de la nature de l'information et d'initier ainsi le lecteur à son concept. Il ne s'agit pas ici de définitions précises, qui seront apportées progressivement par la suite, mais plutôt d'une première reconnaissance, d'une orientation globale. Comme on le verra, la nature de l'information telle que je la conçois se structure en couches successives : des quarks aux atomes, des molécules aux organismes, des systèmes nerveux aux phénomènes et des symboles aux concepts. Mais, dans ce préambule, au lieu de partir des atomes pour arriver aux concepts en remontant de couche en

couche les interfaces de transcodage, je pars du centre. Je commence par ce *milieu*¹ organisateur de la nature qu'est l'esprit humain. Considérons donc une division de la nature en trois strates : celles des phénomènes, dans l'hémisphère Sud ; celle de l'esprit humain, dans la zone intertropicale ; celle des symboles, au Nord.

Ici, l'esprit n'est pas une substance, comme dans la philosophie cartésienne, mais un équateur. Une multitude de moments de pensée (plus ou moins conscients) en interaction : voici le médium distribué de l'expérience. Ce n'est qu'une partie de la nature, mais une partie paradoxale qui contient tout, car que pouvons-nous connaître hors de l'expérience humaine ? Non seulement les perceptions traversées d'émotions mais même les abstractions apparemment les plus éloignées de la matière sensible sont encore recueillies, saisies et pensées dans ce médium de l'expérience humaine, une expérience inévitablement plongée dans le temps, seconde après seconde.

Chaque moment présent interprète son héritage de moments passés tout en influençant les instants futurs qui l'interpréteront à leur tour sous des cieux différents. Et puisque nous sommes des êtres sociaux, nos instants d'expérience communiquent : nous impliquons réciproquement les processus cognitifs qui fécondent mutuellement leurs lignées reproductives, creusant ainsi des réseaux de mémoire partagée dans des communautés. Parce que nous pensons et que nous communiquons au moyen de symboles, et qu'un symbole connecte une sensation à une idée, chaque instant de pensée relie un complexe phénoménal (un entrelacs d'images sensori-motrices) à un complexe sémantique (des rapports entre concepts). Entre le phénomène signifiant et le concept signifié circule un flot d'intensités émotionnelles : *l'énergie de liaison*. Il n'est pas de cognition sans affect, pas de connexion entre signifiant et signifié sans une force et une qualité de connexion déterminées. Cette force est variable et ses qualités sont susceptibles de mille nuances - de la colère à la tendresse - où s'expriment le contexte pratique et la puissance intensive de la pensée. L'étymologie du grec *psychè* « esprit », du latin *anima* « âme », comme de l'hébreu *ruach* (à la fois le souffle de la respiration et celui de l'esprit) évoquent ce courant d'attraction entre l'image et le concept, ces forces de répulsion ou de gravitation entre idées, entre percepts. Entre l'hémisphère Sud des phénomènes et l'hémisphère Nord des idées s'étend le monde des esprits, la zone inter-tropicale des moments de pensée où soufflent les vents de l'intelligence humaine.

Une fois reconnu l'équateur, qui est à la fois le trait d'union et la source, examinons maintenant successivement chacun des deux hémisphères de l'orbe naturelle. Du

1. « Ne pas faire le point : plutôt tracer des lignes. Les lignes n'ont pas d'origine, et poussent par le milieu. On ne fait jamais table rase, on est toujours au milieu de quelque chose, comme l'herbe. Plus on prend le monde là où il est, plus on a de chance de le changer... ». Gilles Deleuze [DEL 1996b].

côté des phénomènes, au Sud, je distingue une zone tempérée, proche de notre subjectivité, et une zone polaire, moins familière, projetée par les procédures rigoureuses et froides des sciences exactes. La zone tempérée, que l'on peut appeler *biosphère*, pour faire court, comprend nos corps et l'environnement biologique dans lequel ils interagissent. C'est ici que les écosystèmes évoluent, ici que les organismes s'entre-dévorent, se reproduisent et font symbiose, ici qu'ils échangent bactéries et virus. La biosphère accueille l'économie « réelle », là où les matières premières sont extraites et transformées, là où les marchandises pondéreuses voyagent à grands renforts d'hydrocarbures, là où sont rejetés et recyclés les déchets. C'est dans la biosphère que nos populations s'assemblent en villages, en villes, en mégapoles gigantesques... et les facteurs de la santé publique interagissent dans son grand réseau accéléré par les systèmes techniques de transport. Mince pellicule d'interdépendance à la surface de la Terre, voici la bulle close de la biosphère que la communication universelle commence à nous rendre transparente. C'est une fragile enveloppe entourée dans toutes les directions par un *cosmos* physique déchaîné : l'univers des quarks et des atomes du côté de l'infiniment petit, celui des étoiles, des galaxies et des super-amas du côté de l'infiniment grand ; entre la température glaciale des confins inter-galactiques et la fusion nucléaire brûlant au cœur des étoiles. Les « lois de la physique » qui nous rendent intelligible ce cosmos observable convergent vers le Sud sur un système de transformations mathématiques quantique-relativiste. L'unité de ce système de transformations relève plus du but à atteindre que d'un fait accompli, mais ce but est clairement posé. Au pôle Sud de la nature de l'information, notre intelligence collective tente de saisir l'espace, le temps, la matière et l'énergie - et jusqu'à la biosphère d'où émerge l'humanité - dans un unique filet fonctionnel.

Il ne nous reste plus qu'à explorer l'hémisphère Nord, l'univers symbolique. Comme au Sud, deux zones se partagent l'hémisphère septentrional. Dans la région tempérée, la plus proche de la conscience au présent, s'étend la médiasphère où les signifiants sont entreposés, transformés et échangés. Ce n'est plus la sphère du travail matériel et des métamorphoses énergétiques, que nous avons laissée dans l'hémisphère Sud, mais celle de la communication et de la manipulation symbolique. Certes, il n'est aucun travail sur le signe, aucun calcul, nulle transmission de signal qui ne dépense une énergie physique (de la sueur à l'électricité) et qui ne nécessite quelque pesant support (encre, papier, fibre optique, écran, disque dur, satellites, tours métalliques des antennes et radars sur les hauts lieux...). Mais j'impute cet aspect matériel de l'univers symbolique au compte de la biosphère, c'est-à-dire au Sud. Dans la médiasphère « nordique », en revanche, les formes pertinentes sont celles des messages signifiants. Accumulés par des mémoires, propulsés dans des réseaux de transmission, transformés par des centres de computation, surgissant aux interfaces sensori-motrices de nos moments de pensée, les symboles en myriades sont émis et reçus à chaque instant, poussières de conscience inspirées et dispersées par le souffle de l'esprit.

L'évolution culturelle pointe vers le rassemblement de la médiasphère en une seule infrastructure numérique d'enregistrement, de communication et de calcul. Dans un

futur si proche que l'on peut déjà le toucher, la médiasphère tisse *un unique médium social de l'intelligence collective humaine*. L'intelligence humaine s'auto-organise dans ce médium pour amasser les données qu'elle produit et exploiter les données qu'elle amasse. Le Web des gens, le Web des données, le Web des choses, le Web local et ubiquitaire, le Web des savoirs et des trésors culturels, le grand réseau constitue un seule et unique médium numérique.

Or les messages qui s'accroissent et transitent dans la médiasphère relèvent de systèmes symboliques différents. Ses signifiants sont bien interconnectés, mais pas ses signifiés. Les couches de complexité des messages et des formations discursives², les résonances sémantiques entre les multiplicités dialogiques, les longues lignées solidaires de transformations herméneutiques, tout ce qui fait la subtilité, la richesse et l'essence même de la culture reste quasiment opaque au calcul. Et c'est pourquoi, aujourd'hui encore, à l'échelle du nouveau médium numérique, l'intelligence collective fragmentée ne peut se représenter à elle-même ses propres processus cognitifs. Au pôle Nord de la nature de l'information, il nous faudra donc illuminer la complexité opaque et fragmentée de la médiasphère à partir d'un unique filet de transformations calculable *entre concepts*.

Le pôle Nord et le pôle Sud de la nature informationnelle sont symétriques. Les sciences exactes de la matière nous ont rendu compréhensibles la vie organisée et les phénomènes sensibles : elles en ont fait un cosmos. Et parce que l'intelligence n'est jamais séparée de l'action, ces sciences ont élargi nos horizons pratiques. Elles ont, pour le dire en un mot, augmenté la puissance *matérielle* de notre espèce. Une nouvelle tâche attend maintenant les savants, intellectuels et cultivateurs des sciences de l'homme : apprivoiser le chaos du médium numérique en découvrant sous son apparent désordre un cosmos des idées. Notre espèce franchirait ainsi un seuil de *capacité réflexive*. Ce cosmos des idées, balisé par la sphère sémantique³, devra fonctionner comme un miroir de l'intelligence collective humaine, capable de la refléter selon une infinité de perspectives distinctes, égales et symétriques. Cela suppose que la sphère sémantique, au pôle Nord de la nature, soit organisée par un système de transformation aussi rigoureusement défini et computable (un groupe de transformation sémantique) que celui du pôle Sud. Cette puissance de réflexion symétrique - à la fois unifiante et indéfiniment différenciatrice - fera du médium numérique l'observatoire distribué, réciproque et social des sciences de l'homme du futur. Et sur la grille hypercomplexe - mais calculable - des méridiens et parallèles de la sphère sémantique, nous pourrions lire et écrire les cycles fractals de nos écologies cognitives.

2. L'expression est de Michel Foucault dans *L'archéologie du savoir* [FOU 1969], dont la lecture m'a durablement marqué.

3. La sphère sémantique est un *système de coordonnées scientifique* de la noosphère entrevue par Teilhard de Chardin [TEI 1955].

L'esprit pousse par le milieu son énergie de liaison entre le réseau des corps et le graphe des concepts. Le long des méridiens et parallèles de son arbre omnidirectionnel, la sève de la création circule entre la croix du Sud et l'étoile sémantique.

2.2. Le paradigme informationnel

Dans l'Europe classique des XVII^e et XVIII^e siècles, les machines les plus complexes étaient des horloges, des moulins, des automates mécaniques. En congruence avec les techniques qui les entouraient, Descartes, Newton et la plupart des auteurs de la révolution des sciences expérimentales ont conçu une « nature mécanique » des figures, des mouvements et des forces⁴. Au XIX^e siècle, les mécanismes de transmission du mouvement ont été perfectionnés, mais les plus grandes innovations se sont faites du côté des moteurs et des sources d'énergie. Alors que les machines à vapeur et l'électricité entraînaient la révolution industrielle, la science expérimentale commençait à concevoir une « nature thermodynamique » de la chaleur et des transformations énergétiques⁵. Le XX^e siècle a certes continué à raffiner les véhicules et les moteurs, mais ses innovations techniques les plus radicales se sont faites dans le domaine de la communication et du pilotage⁶ : enregistrement du son et de l'image, téléphone, radio, télévision, ordinateurs, servo-mécanismes, robots, omniprésence des réseaux. Parallèlement, la communication de l'information s'est installée au cœur de la physique (vitesse de la lumière, principe d'indétermination quantique), de la biologie (codage génétique) et des sciences sociales (société en réseau, montée des sciences de la communication). Nous vivons aujourd'hui dans une « nature informationnelle ».

2.2.1. Information et systèmes symboliques

Or la principale manière de modéliser l'information de manière formelle ou scientifique - c'est-à-dire en fin de compte de manière calculable - est de la représenter au moyen de *patterns* de symboles ou de relations entre *patterns* symboliques. Je reviendrai plus bas de manière extensive sur le concept de symbole, mais il me faut immédiatement éclaircir la notion fondamentale de système symbolique car elle est préalable à toute intelligibilité du paradigme informationnel. L'idée de base est relativement simple : il n'existe pas de symboles isolés ni de symboles « en soi », et aucun

4. Voir, de Michel Serres, *La traduction*, [SER 1974].

5. Voir par exemple *La distribution* de Michel Serres [SER 1977] et le livre consacré à la thermodynamique dans *Cosmopolitique* d'Isabelle Stengers [STE 2003], sans oublier la désormais classique *Nouvelle alliance* de Prigogine et Stengers [PRI 1978].

6. Le mot « cybernétique » vient du grec *kubernetes* qui signifie pilote et auquel les mots de gouvernement et de gouvernail sont apparentés. Norbert Wiener (son inventeur) définissait la cybernétique comme la science de la commande et du contrôle des machines. Voir notamment son livre : *The Human Use of Human Beings : Cybernetics and Society* [WIE 1950].

objet d'expérience ne fonctionne comme symbole s'il n'est interprété dans le cadre, la grille de lecture ou la « grammaire » d'un système symbolique donné⁷. Un symbole se présente donc toujours comme un élément particulier - ou une configuration particulière - d'un système de symboles. Les systèmes symboliques comprennent plusieurs symboles, qui composent éventuellement ensemble une certaine structure, ainsi que des règles de manipulation qui spécifient comment les symboles peuvent être utilisés de manière valide, comment ils s'associent et comment ils interagissent. Dans le jeu d'échecs, par exemple, l'identité de chaque pièce fait système avec l'identité des autres pièces (chacune d'elle appartient à l'une ou l'autre de deux « armées » ennemies) et cette identité se définit au moyen de positions initiales et de règles de déplacement sur un échiquier, de règles de capture, de règles de mise en échec, etc. Les symboles sont des objets abstraits - et non pas des choses concrètes - précisément parce qu'ils appartiennent à des systèmes symboliques plutôt qu'à l'univers matériel. Cela n'empêche pas que les symboles doivent s'inscrire dans le monde matériel, ne serait-ce que pour être perçus. C'est le jeu d'échecs comme système symbolique qui départage ce qui, pour une pièce de jeu, appartient à sa nature symbolique et ce qui n'appartient qu'à l'inscription physique du symbole. L'identité d'une pièce (est-ce une tour, un cheval, un pion ?), sa couleur (est-elle noire ou blanche ?) ou sa position (est-elle en A5 ou en B6 ?) appartiennent bel et bien à son essence symbolique. En revanche, son poids, sa taille, son apparence visuelle, la matière dans laquelle la pièce est taillée ou fondue, son prix, etc., tous ces caractères de la pièce qui découlent de sa nécessaire inscription dans le monde matériel, ne font pas partie du système symbolique. Ils sont donc soustraits des informations pertinentes pour le jeu. Bien entendu, dans un autre jeu (un autre système symbolique), par exemple dans le jeu économique, le prix et la matière (en or, en bois ?) d'une tour ou d'un cheval sont pertinents, et seront donc comptés comme information. En somme, ce qui vaut comme information pertinente dans une partie d'échec (la disposition des pièces sur l'échiquier, tel ou tel coup...) dépend exclusivement de ce qui est défini par le système symbolique particulier qu'est le jeu d'échec. Le reste ne sera pas pris en compte, ou seulement comme support. De nouveau, un symbole n'est jamais une chose brute ou un phénomène saisi dans son intégralité sensible : c'est une abstraction définie par un système symbolique.

La démarche scientifique contemporaine ne considère en général comme information que ce qui est défini comme tel pour un système symbolique donné *pris comme modèle* d'une situation ou d'un environnement. Dès lors, seuls certains traits des phénomènes sont considérés comme pertinents - et sont donc comptés comme information - et cela uniquement dans la mesure où ces traits se présentent comme des configurations particulières du système symbolique pris comme modèle. A l'aube de la révolution des sciences expérimentales de la nature - et comme un défi à la scholastique logicienne et latiniste de la fin du moyen-âge - Galilée lançait son fameux mot

7. Voir notamment la notion, que j'utiliserai souvent dans ce livre, de « jeu de langage » chez Wittgenstein, exposée principalement dans ses *Investigations philosophiques* [WIT 1958].

d'ordre : « Le grand livre de la nature est écrit en langage géométrique »⁸. Le langage géométrique (ou mathématique) est un outil particulièrement commode de description ou de traduction des systèmes symboliques. En effet, échappant aux ambiguïtés et à la polysémie des expressions en langues naturelles, il se présente comme un outil de codage univoque (non-ambigu) des systèmes de symboles et de leurs règles, et permet en outre - au moins la plupart du temps - de calculer les configurations possibles des systèmes symboliques ainsi que les différents types de transitions possibles entre ces configurations. Puisque la démarche scientifique se caractérise par l'explicitation maximale et le caractère opératoire de ses modèles, elle ne considère l'information qu'à travers l'abstraction de systèmes symboliques formalisés, écrits en langage mathématique.

2.2.2. Aux sources du paradigme informationnel

Entre les années 30 et 50 du xx^e siècle, des auteurs comme Alan Turing, Warren McCulloch, John von Neumann, Norbert Wiener et Claude Shannon ont posé les fondements de ce que l'on pourrait appeler le paradigme informationnel de la science contemporaine. Ils ont fait entrer l'information et son traitement dans le domaine de la connaissance scientifique. Parallèlement, ils ont donné le coup d'envoi de la réinterprétation (toujours en cours) de la science comme formalisation des processus

8. « La philosophie est écrite dans ce livre gigantesque qui est continuellement ouvert à nos yeux (je parle de l'Univers), mais on ne peut le comprendre si d'abord on n'apprend pas à comprendre la langue et à connaître les caractères dans lesquels il est écrit. Il est écrit en langage mathématique, et les caractères sont des triangles, des cercles, et d'autres figures géométriques, sans lesquelles il est impossible d'y comprendre un mot. Dépourvu de ces moyens, on erre vainement dans un labyrinthe obscur. » Galileo Galilei, *Il Saggiatore* [GAL 1623]. Dans l'article « La Nature prise à la lettre » publié dans la revue *Alliage*, n° 37-38 en 1998, le physicien Jean-Marc Lévy-Leblond, après avoir commenté ce passage de Galilée, le ré-actualise ainsi pour la physique contemporaine : « Le nouveau mode d'écriture de la physique a [...] pour conséquence que ses combinaisons de signes, loin de ne présenter qu'un enregistrement codé, une sorte de sténographie passive des lois du monde, constituent une véritable machine symbolique mettant ces lois en œuvre. Ainsi, le signe utilisé pour les intégrales (dû à Leibniz), comme le signe employé pour les dérivées, ne désignent-ils pas seulement des êtres mathématiques particuliers, mais renvoient en fait aux opérations d'intégration et de dérivation exécutées pour produire ces êtres. Sans doute, pourrait-on parler alors de technogrammes. Il y a dans chaque formule une mécanique algorithmique virtuelle, prête à se mettre en route à tout moment entre les mains du physicien qui va l'appliquer à telle ou telle situation concrète. Une équation n'est pas un énoncé statique, un simple constat, mais recèle une dynamique de computation (de résolution) toujours prête à produire de nouveaux résultats numériques ou conceptuels. » Sur le rapport, souvent commenté, entre la réalité physique et ses modèles mathématiques, voir le recueil de textes intitulé *Penser les mathématiques* [DIE 1982].

informationnels et ils ont montré le chemin d'une (re)découverte⁹ de la nature comme nature de l'information¹⁰.

Turing (1912-1954) publia en 1936¹¹ la description d'une machine abstraite¹² composée d'un support d'enregistrement théoriquement infini : le « ruban » de la machine, et d'une tête de lecture-écriture capable d'effacer, d'écrire et de lire des symboles sur les cases du ruban. Turing a qualifié cette machine d'universelle parce que son ruban est non seulement susceptible d'enregistrer les données d'entrée et de sortie de calculs arithmétiques et logiques, mais également de contenir tous les programmes possibles spécifiant de manière déterministe les traitements permettant de passer des données d'entrée aux données de sortie. Ces programmes, ou algorithmes, commandent les opérations de la tête de lecture-écriture par des séquences finies d'instructions. La machine de Turing est qualifiée d'universelle parce qu'au lieu d'être spécialisée dans un certain type de traitement de données, elle est programmable, c'est-à-dire qu'elle est théoriquement capable d'exécuter toutes les fonctions calculables. En d'autres termes, les seules fonctions calculables sont celles qui peuvent être exécutées en un temps fini par la machine universelle, à condition qu'elle soit convenablement programmée. Turing a utilisé sa machine universelle théorique pour démontrer qu'il n'existe pas de programme (de fonction calculable) permettant de décider à tous coups si une fonction quelconque est calculable ou non ! Avant même la construction des premiers ordinateurs, qui n'interviendront qu'une dizaine d'années plus tard¹³,

9. Je parle d'une re-découverte parce qu'à bien des égards, la philosophie aristotélicienne (avec sa notion centrale de forme, elle-même héritée de l'idée platonicienne) anticipait la notion d'information.

10. Je parle d'une nature de l'information en un sens général et inclusif, sans suivre les excès de chercheurs comme Stephen Wolfram, par exemple, selon qui l'espace et le temps « sont » discontinus plutôt que continus (parce que les ordinateurs calculent de manière discontinue) et pour qui les automates cellulaires constituent la voie royale de toute modélisation scientifique. Voir [WOL 2002].

11. « On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem » *Proc. London Math. Soc* (2) 42 (1936 – 7), 230 – 265. La meilleure référence sur la vie et l'œuvre de Turing est, de Andrew Hodges, *Alan Turing : the Enigma* [HOD 1992].

12. Le concept de machine abstraite (indépendante de son implémentation matérielle sous la forme de *hardware* technique ou de réseaux physico-chimiques naturels) est un des grands thèmes scientifiques du XX^e siècle. Des savants comme Turing, von Neumann, von Foerster, Herbert Simon, Marvin Minsky (notamment dans son livre : *Finite and infinite Machines* [MIN 1967]), et après eux d'importants courants des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle l'ont appliqué aux sciences humaines. Gilles Deleuze et Félix Guattari en ont fait un usage non orthodoxe en philosophie, notamment dans *L'anti-Œdipe* [DEL 1972] et *Mille Plateaux* [DEL 1980].

13. Voir mon chapitre sur l'invention de l'ordinateur dans *Éléments d'histoire des sciences* [SER 1989].

Turing avait donc décrit le modèle abstrait d'un ordinateur, ou d'un automate généraliste de manipulation de symboles. Dès les années 30 du XX^e siècle, les mécanismes de traitement de l'information étaient « dématérialisés » - au moins théoriquement - sous forme de programmes, ou de logiciels, et la notion d'automate manipulateur de symboles était définie dans toute sa généralité.

Dans un article publié en 1943 - et qui anticipait les travaux de sciences cognitives, de neuroscience et d'intelligence artificielle qui allaient suivre - le psychiatre Warren McCulloch (1899-1969)¹⁴ a décrit le cerveau comme un réseau d'automates processeurs d'information. Les « neurones formels » du modèle de McCulloch sont des machines logico-arithmétiques simples recevant des signaux en entrée (par leurs dendrites) et émettant des signaux en sortie (par leurs axones). Malgré la simplicité de structure des neurones formels décrits par McCulloch, leur interconnexion en réseau et leur couplage avec une mémoire leur donne la puissance d'une machine universelle de Turing. Le modèle théorique du cerveau proposé par McCulloch, bien qu'il soit évidemment simplifié par rapport aux cerveaux réels, rend tout de même compte pour la première fois de la capacité des cerveaux biologiques à calculer et à raisonner, c'est-à-dire à manipuler des symboles de façon réglée.

Le mathématicien John von Neumann (1903-1957), qui connaissait les travaux de Turing et de McCulloch, a conçu pour sa part, au cours des années 40 du XX^e siècle, les plans d'un des premiers ordinateurs électroniques programmables (l'EDVAC) - plans qui ont inspiré l'informatique pendant des décennies¹⁵. Il a également travaillé au cours des années 1950 à développer *la théorie des automates manipulateurs de symboles*, en explorant particulièrement leurs capacités autoréférentielles et autoreproductives¹⁶. Von Neumann n'a pas manqué d'appliquer ses théories à la biologie, aux neurosciences et aux sciences cognitives qui étaient en plein essor à l'époque, ainsi d'ailleurs qu'à l'économie, par le biais de la *théorie des jeux* qu'il a contribué à fonder¹⁷.

14. Warren McCulloch and Walter Pitts, « A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity », 1943, *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 :115-133. Le recueil des principaux articles de McCulloch est : *Embodiments of Mind* [MAC 1965]. Voir aussi mes articles : « Brève notice sur les vies de Warren McCulloch et Walter Pitts », in *Cahiers du CREA*, 7, Paris, 1986, p. 203 à 210 ainsi que « L'œuvre de Warren McCulloch », in *Cahiers du CREA*, 7, Paris, 1986, p. 211 à 255.

15. von Neumann, John, *First Draft of a Report on the EDVAC*, Contract No. W-670-ORD-492, Moore School of Electrical Engineering, Univ. of Penn., Philadelphia, 30 June 1945. Reproduit (en partie) dans Brian Randell, *Origins of Digital Computers : Selected Papers* [RAN 1982] pp. 383-392. Voir aussi [NEU 1946].

16. Voir, de John von Neumann, *The Computer and the Brain* [NEU 1958], et de John von Neumann et Arthur Burks, *Theory of Self-Reproducing Automata* [NEU 1966].

17. Voir de John von Neumann et Oskar Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior* [NEU 1944].

L'ingénieur et mathématicien Norbert Wiener (1894-1964) a contribué à ouvrir un champ interdisciplinaire (baptisé « cybernétique ») étudiant les processus finalisés de traitement de l'information¹⁸. L'originalité de ses travaux vient de ce que les comportements « téléologiques » (orientés vers une fin) y étaient étudiés pour la première fois indépendamment de la nature biologique, sociale, psychologique ou artificielle de leurs supports. Sur les traces de Wiener, les cybernéticiens des années 50, 60 et 70 du XX^e siècle ont montré que la capacité de poursuivre des buts dans des environnements changeants - qu'on observe aussi bien chez les organismes vivants, les systèmes cognitifs, les sociétés humaines ou les servo-mécanismes industriels - reposait sur la causalité circulaire de leurs circuits de rétroaction, et donc ultimement sur la structure complexe de leurs systèmes de communication et de traitement de l'information.

Travaillant parallèlement avec des formalismes légèrement différents, Claude Shannon (1916-2001) et Norbert Wiener se sont attaché à *quantifier* l'information en s'appuyant sur la théorie des probabilités et en réutilisant des modèles mathématiques classiques en thermodynamique¹⁹. Selon le deuxième principe de la thermodynamique, un système physique fermé évolue spontanément vers un état de « désordre » ou d'équilibre homogène. La thermodynamique classique pose donc que le désordre statistique ou l'équilibre homogène est *l'état le plus probable* d'un système physique clos. A partir de cette donnée théorique de la thermodynamique, Shannon et Wiener ont assimilé l'information à un ordre ou à une structure *improbable* qui s'oppose à la probabilité du désordre entropique. L'information est une « néguentropie ».

Shannon a proposé de quantifier l'information portée par un message en mesurant l'effet de réduction d'incertitude que sa lecture provoque sur son récepteur. Si un message m'annonce que le soleil se lèvera demain matin, l'information (la différence provoquée dans ma connaissance de mon environnement) générée par sa lecture sera nulle. Mais si un message m'annonce que j'ai gagné le gros lot, l'information qu'il contient sera très élevée, et cela d'autant plus que les probabilités de gagner le gros lot sont faibles. L'information portée par un message est donc bien fonction de son improbabilité. Il faut noter que l'improbabilité elle-même ne se trouve pas dans le message mais dans le rapport entre le message et la mémoire - ou la connaissance - du récepteur. En effet, selon l'approche de Shannon, le même message de gain du gros lot, à la deuxième lecture, ne porte évidemment plus d'information du tout. L'unité de mesure de la quantité d'information, le *bit*, est parfaitement conforme à cette approche probabiliste de l'information. On suppose que l'information est transmise par un message codé en binaire, dont les symboles élémentaires ne peuvent donc être que

18. L'article fondateur est : Arturo Rosenblueth, Norbert Wiener et Julian Bigelow, *Behavior, Purpose and Teleology* [WIE 1943]. Les deux principaux ouvrages de Wiener sont : *Cybernetics, Control and Communication in the Animal and the Machine* [WIE 1948] et *The Human Use of Human Beings : Cybernetics and Society* [WIE 1950].

19. Claude Shannon et Warren Weaver, *Mathematical Theory of Communication* [SHA 1949].

« 0 » ou « 1 ». Avant de lire un symbole, il existe une chance sur deux pour que ce soit un « 0 » et une chance sur deux pour que ce soit un « 1 ». La lecture d'un symbole élémentaire diminue la probabilité de présence du symbole lu de *un demi* (50%) - avant la lecture - à *un* (100%) - après la lecture. Chaque symbole binaire porte un *bit* d'information.

2.2.3. *L'information entre forme et différence*

Le concept d'information est particulièrement difficile à saisir et aucune définition simple ne rend complètement justice à sa polysémie et à sa transversalité. Plutôt qu'une définition, je voudrais proposer dans les lignes qui suivent un début de méditation sur sa complexité.

Deux notions transdisciplinaires essentielles au paradigme informationnel émergent des travaux de ses fondateurs : la forme et la différence. L'information comme forme est indissociable d'une constellation où elle s'associe aux notions de code, de transmission, de traduction, de bruit et de redondance. Quant à l'information comme différence, elle fait sens dans un réseau sémantique où les concepts d'opération, d'opérateur et de transformation jouent les rôles principaux.

Conçue comme forme, l'information peut être assimilée à une structure abstraite, ou à une position déterminée dans une structure abstraite. J'ai déjà évoqué plus haut les rapports étroits qui unissent l'idée d'information à celle de configuration d'un système symbolique. La forme est abstraite, comme on l'a vu, dans la mesure où elle est - en principe - indépendante de ses supports matériels. Mais il existe encore un second degré d'abstraction de la forme. Il ne suffit pas de dire qu'un code (une configuration symbolique) doit être distingué de ses inscriptions matérielles. Il faut ajouter qu'au niveau d'abstraction supérieur, une configuration symbolique donnée ne représente jamais qu'un codage particulier d'une forme. En effet, la même forme peut être exprimée dans plusieurs systèmes de codage différents. Et de même qu'une configuration symbolique, pour s'actualiser, s'inscrit forcément dans le monde phénoménal, une forme, pour se définir, se code nécessairement dans un système symbolique.

Une forme ne peut se manifester hors codage. Par exemple, le même nombre douze peut être codé dans l'alphabet phonétique (« douze »), dans le système de numération romain (« XII ») dans le système de numération par position à base deux (« 1100 »), dans le système de numération par position à base dix (« 12 »), etc. Comme on s'en doute, ces différents systèmes de codage ne sont aucunement neutres ou indifférents. Mais il suffit ici de noter que plusieurs systèmes de codage d'une forme sont toujours possibles et que - pour reprendre l'exemple qui vient d'être donné - les concepts des nombres (les nombres comme formes abstraites) existent indépendamment de leurs codages dans des systèmes symboliques particuliers. On peut définir les formes

comme *ce qui reste invariant d'un système de codage à l'autre*. Quel que soit le codage qui permet de le manipuler physiquement et cognitivement, le nombre douze reste le nombre douze, et il est toujours divisible par deux, par trois, par quatre et par six... De même, une image ou un son peuvent être codés de manière analogique (dans une radio ou un poste de télévision classique) ou numérique, et le codage numérique lui-même peut se décliner en un grand nombre de formats différents. Les concepts peuvent également être considérés comme des formes abstraites qui sont codées par des expressions en langues naturelles ou bien par des codes appartenant à des systèmes de notation scientifique (aussi bien les langues naturelles que les systèmes de notation scientifique sont évidemment des systèmes symboliques). Par exemple : le concept d'arbre peut se coder en français par le mot « arbre », en anglais par le mot « tree » et en latin (dans la classification de Linné) par le mot « arbor » ; le concept d'eau se code en français par « eau » en anglais par « water » et en notation chimique par « H₂O », etc. Dans tous ces exemples, quelque chose (la forme) se conserve dans la série des traductions. Mais il est impossible d'appréhender la forme invariante *indépendamment* des variantes particulières que présentent ses traductions ²⁰.

Les formes peuvent non seulement passer d'un système de codage à l'autre par traduction, mais elles sont également capables de traverser le temps et l'espace physique par transmission. On peut définir la transmission comme la conjonction du transport dans l'espace et de la conservation dans le temps. Par exemple, dans les réseaux téléphoniques, une certaine forme abstraite peut se conserver dans la traduction entre une variation de la pression atmosphérique (un son) et une variation de l'intensité électrique (et vice-versa), mais la forme se conserve aussi dans le transport d'un lieu à l'autre et dans la relative permanence d'un moment à l'autre.

Avec les concepts de codage, de traduction et de transmission, l'information comme forme est étroitement associée aux notions de bruit et de redondance. Le bruit, parasite²¹, dégrade l'information qui circule dans les canaux de transmission. A l'opposé, la redondance - ou répétition de la forme - préserve l'information du bruit qui la menace. Mais les rapports du bruit et de la redondance avec l'information sont complexes et quasi paradoxaux. Puisque les effets du bruit sont imprévisibles, celui-ci ajoute de l'improbabilité - et donc de l'information - au message qu'il dégrade. D'un autre côté, plus un message est redondant - mieux il préserve sa forme - et moins il contient d'information. Ces rapports étranges entre l'information, le bruit et la redondance ont permis de définir la création d'information à partir de la destruction de

20. Ludwig Wittgenstein a quelques profondes pensées sur ce sujet dans son *Tractatus* [WIT 1921], voir par exemple les propositions 4.0.1 et 4.0.2 avec leurs propositions dépendantes.

21. Dans *Le parasite* [SER 1980b], Michel Serres a proposé une méditation transdisciplinaire (de la biologie à l'anthropologie) sur la notion de parasite où la théorie de la communication joue un rôle pivot.

redondance (par exemple en théorie de l'apprentissage et en neurosciences)²² et de comprendre comment ce qui apparaît comme bruit ou brouillage des messages à un certain niveau de complexité peut être interprété comme émergence d'information à un autre niveau²³. Pour apprécier la profondeur de cette idée, il suffit de se souvenir que toute l'évolution biologique, c'est-à-dire l'un des plus impressionnants des processus naturels de création de complexité, est alimenté par les mutations de la mémoire génétique des organismes, c'est-à-dire par des « erreurs » de reproduction - du bruit ! - dans la transmission des messages génétiques entre générations.

L'anthropologue Gregory Bateson (1904-1980) a élaboré une épistémologie holistique et communicationnelle basée sur les grandes idées de la cybernétique²⁴. On cite souvent sa définition : « l'information est une différence qui fait une différence ». L'information « est » une différence, d'abord, parce qu'une forme n'est complètement déterminée que par la place qu'elle occupe dans un univers de formes. Le nombre douze - par exemple - n'est ce qu'il est que par rapport à ses diviseurs (deux, trois, quatre et six), ainsi que par rapport à onze dont il est le successeur (douze égale onze plus un) et au regard de qui il contraste (onze est un nombre premier), etc. A la limite, douze n'est telle forme numérique déterminée que sur le fond complexe du système entier des nombres, c'est-à-dire en fonction de toutes les différences qu'il entretient avec les autres nombres. Une forme (ici, un nombre) peut se représenter comme un nœud de différences dans ce réseau de différences qu'est un univers de formes. Pour reprendre l'exemple des échecs, une certaine configuration sur un échiquier n'a de sens qu'en fonction des configurations auxquelles elle succède, qu'elle ouvre et, en fin de compte, en fonction des différences qu'elle entretient avec l'ensemble des configurations que les règles du jeu rendent possibles. Une note de musique se distingue

22. J.-P. Changeux et A. Danchin, « Selective Stabilization of Developing Synapses as a Mechanism for the Specification of Neuronal Networks » [CHA 1976].

23. Les travaux pionniers en ce domaine ont été accomplis par Heinz von Foerster, dont les principaux articles ont été rassemblés dans : *Observing Systems : Selected Papers of Heinz von Foerster* [FOE 1981]. Von Foerster (1911-2002) fut le secrétaire des conférences Macy où s'élabora la cybernétique à la fin des années 1940 et il dirigea le *Biological Computer Laboratory* à l'Université de l'Illinois entre les années 1958 à 1975. On peut le considérer comme un des fondateurs de la « vie artificielle », il est reconnu comme un des chefs de file de l'épistémologie constructiviste et il fut un des principaux animateurs de la « seconde cybernétique », centrée sur les problèmes de l'auto-organisation et de l'auto-référence. Voir mon article : « Analyse de contenu des travaux du Biological Computer laboratory (BCL) » [LVY 1986b]. La plus subtile des théories de la création de complexité à partir du bruit a été élaborée par le biologiste et philosophe Henri Atlan (1931-...), notamment dans ses deux premiers ouvrages : *L'organisation biologique et la théorie de l'information* [ATL 1972] et *Entre le cristal et la fumée* [ATL 1979].

24. L'essentiel des idées de Gregory Bateson se trouve condensée dans deux recueils d'articles : *Steps to an Ecology of Mind*, 2 vol. [BAT 1972] et *Mind and Nature : A Necessary Unity (Advances in Systems Theory, Complexity, and the Human Sciences)* [BAT 1979]. Les titres de ces ouvrages donnent une bonne idée du programme de recherche de leur auteur !

par une position dans une gamme et donc par les différences qu'elle entretient avec les autres notes, mais aussi par les différences de hauteur ou de longueur avec les notes qui la suivent et la précèdent dans une mélodie, etc. En somme, les configurations de symboles possibles, ou les transitions possibles entre configurations d'un système symbolique, constituent le fond sur lequel telle combinaison ou telle transition se détache comme figure, c'est-à-dire comme nœud de différences dans le réseau différentiel du système. Et ces différences « font des différences », selon la définition de Bateson, lorsque les flux de messages provoquent des différences de probabilités - ou des diminutions d'incertitudes - dans la représentation du monde ou le fonctionnement cognitif de leurs récepteurs. En effet, ce qui fait d'une différence quelconque une information est que la différence proprement informationnelle porte une *connaissance* : elle « fait une différence » pour un système cognitif.

Chez Aristote (384-322 av. JC), la forme est une des trois définitions possibles de la substance, les deux autres définitions de la substance étant : (1) la matière et (2) le composé de matière et de forme ²⁵. Alors que la forme présente la face statique ou substantielle de l'information, la différence en présente la face dynamique, événementielle ou processuelle. La différence se situe *entre* les formes. En d'autres termes, si une forme peut être comparée à une position dans un univers abstrait de structures interdépendantes (l'univers des nombres, des figures, des sons...) une différence peut être comparée à un mouvement virtuel dans cet univers : le chemin d'une position à l'autre. Je parle d'un univers abstrait dans la mesure où il n'est pas contenu par l'espace tridimensionnel ordinaire mais par ce qu'on appelle en physique un espace des phases (dont les coordonnées sont les variables d'un système) ou en philosophie - comme en théorie littéraire - un espace des possibles ²⁶. Par exemple, une disposition particulière de pièces sur un échiquier représenterait un « point » et une partie une « succession de points » dans l'espace ultra-complexe des configurations possibles aux échecs. Dans le cas des échecs, cet espace peut être assimilé à un arbre de décision beaucoup plus vaste et compliqué que les soixante-quatre cases d'un échiquier en deux dimensions !

Or le passage d'une forme à l'autre est une transformation. C'est dire que la différence entre deux formes (entre deux positions dans un espace des possibles) implique - au moins virtuellement - une opération de transformation entre les formes comparées. La différence ne devient complètement définie que lorsque l'on peut identifier l'opérateur qui permet de passer d'une forme à l'autre. L'information bascule alors du côté de l'opération ou de l'acte : elle produit une connaissance, elle informe, elle fait une différence. L'information devient transformation. D'où l'affinité du concept d'information avec celui de fonction : une forme d'entrée est transformée en forme de

25. Voir *De l'âme*, II, 1 [ARI 1959].

26. Voir par exemple : Pierre Bourdieu, *Les Règles de l'art. Genèse et structure du champ littéraire* [BOU 1992].

sortie par un opérateur de différence. Il résulte de la discussion qui précède que l'information, protéiforme, se manifeste aussi bien du côté des formes variables que du côté de l'opérateur différenciant : nous retrouvons les fonctions calculables au cœur même du concept d'information. L'information est *fonctionnelle*. Compte tenu de l'affinité entre les concepts de fonction et d'information, et puisqu'une partie de l'activité scientifique consiste à formuler des théories de manière fonctionnelle, il n'est pas tellement étonnant que la démarche scientifique contemporaine soit amenée à découvrir une nature de l'information.

2.2.4. *L'information et le temps*

C'est un lieu commun de l'épistémologie contemporaine que les phénomènes ne deviennent scientifiquement intelligibles que parce qu'une théorie les filtre, les homogénéise et code leurs relations²⁷. Qu'est-ce à dire ? Le processus informationnel s'organise et coule en circuits complexes. Les langues latines peuvent mettre le mot au pluriel (« une » information ou bien « des » informations), tandis que l'anglais, qui laisse le mot invariablement au singulier, considère l'information comme une énergie ou une matière fluctuante prise en masse, à la manière de l'eau ou de l'électricité. On peut donc penser l'information en termes d'ondes dans un champ continu de transformations (comme en anglais) ou en termes de particules de transformation en interaction dans le même espace des mutations (comme en latin). Il reste que la nature informationnelle explorée par les sciences contemporaines laisse apparaître des dynamiques de transformations, des fluctuations de formes dans les univers de différences calculables. Or ces transformations ne sont computables, explicables, interprétables, rendues transparentes à la raison, que parce qu'elles sont balisées par des systèmes symboliques adéquats, des « théories » proprement mathématisées. En anglais comme en latin la nature *modélisée par l'activité scientifique contemporaine* consiste en *événements* informationnels²⁸. Dans ce cadre, un événement est une transformation particulière à l'intérieur d'un système cohérent et calculable de transformations sur des symboles. L'événement modélisable peut être notamment pensé sur le mode de la *rupture de symétrie* : parmi tous les coups respectant les règles du jeu qui s'offrent à lui, le joueur d'échecs avance *ce* pion, et rompt ainsi la symétrie des possibles.

Dans cette méditation sur le temps et l'information, la métaphore du jeu me ramène à la pensée de l'un des grands inspireurs de la philosophie occidentale. L'*aïon*, dit Héraclite, est un enfant-roi qui joue aux dés²⁹. Les dés représentent un système calculable de transformations symétriques. L'enfant-roi brise l'équilibre hors du temps

27. Voir notamment, de Karl Popper, *La connaissance objective* [POP 1972].

28. Voir par exemple les premières propositions du *Tractatus* de Wittgenstein [WIT 1921] : « Le monde est tout ce qui arrive » et la suite.

29. Fragment 52.

entre tous les possibles. Par l'éclair de son lancer, le joueur héraclitéen instaure une dissymétrie avant/après. L'événement fait voler la symétrie en éclats... et des flux d'information jaillissent dans le réseau fluviatile de ses lignes de faille. D'un côté, un groupe de transformations symboliques hors du continuum spatio-temporel. Disons : quelque chose comme l'éternité. De l'autre côté, un tourbillon de changements pris dans des processus cycliques de naissance, de métamorphose et de mort : le temps fuyant, les moments éclatés de la génération et de la corruption. L'*aiôn* héraclitéen, pointe vers les éclairs d'information qui crépitent entre les moments et l'éternité. Etabli dans le milieu des temps comme un enfant joueur qui n'est tout entier ni dans l'éternité structurale du jeu, ni dans le présent du lancer, ni dans ses conséquences irréversibles et séquentielles, cet œuf cosmique³⁰ noue les relations entre les temporalités. On sait qu'Héraclite est à la fois l'un des premiers grands penseurs du *logos* et l'un des plus célèbres affirimateurs du devenir, de la fluence universelle, de l'impermanence : « On ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve³¹ ». Le *logos* héraclitéen est unique en lui-même et commun à tous les humains. Il rend compte de l'ordre cosmique et se trouve pourtant séparé, transcendant. Quant au devenir, il caractérise sans doute les données des sens, mais il n'est pas moins essentiel à une profonde compréhension du « tout » sous ses aspects de désaccord, de guerre, de multiplicité, d'éclatement et de transformation.

L'*aiôn* informationnel relie le *logos* (au Nord de l'œuf cosmique), au devenir (au Sud). Il actualise la succession irréversible des coups et virtualise l'éternité réversible des systèmes symboliques³².

2.3. Les couches de codage

2.3.1. Une structure en couches

Le système des sciences contemporain « lit » ou interprète la nature selon une hiérarchie explicite des types de formes (quantiques, moléculaires, organiques, etc.) ainsi que des niveaux de codage et de traitement de l'information qui correspondent à ces types. Chaque couche de la nature informationnelle est étudiée respectivement par une discipline ou un groupe de disciplines. Dans la description qui va suivre, les formes d'une couche se traduisent dans les formes d'une autre couche par des interfaces de transcodage, permettant ainsi aux processus informationnels de traverser le millefeuille des niveaux de complexité. Je montrerai, par exemple, qu'un transcodage

30. Voir de Pierre Boyancé « Une allusion à l'œuf orphique » [BOY 1935].

31. Fragment 49a.

32. Sur Héraclite, outre les fragments eux-mêmes, voir notamment les ouvrages de Kostas Axelos, *Héraclite et la philosophie* [AXE 1962] et de Clémence Ramnoux, *Héraclite, l'homme entre les choses et les mots* [RAM 1968].

neuronal de l'information s'intercale entre les formes organiques qu'observe la biologie et les formes phénoménales étudiées par la psychologie cognitive.

Puisque les univers de formes hétérogènes sont modélisés - ou codés - par les chercheurs au moyen de systèmes symboliques différents, *l'unité de la nature* repose sur les *interfaces* de transcodage entre ces systèmes symboliques. On voit que cette perspective est bien différente du réductionnisme, pour qui il n'existe qu'un seul univers de formes pertinent (ou « central »), par exemple celui de la physique, de la biochimie ou des neurosciences. En revanche, dans l'approche ici proposée, tous les univers de formes (tous les systèmes symboliques) ont la même légitimité et ils sont à la fois source et destination des flux d'information qui « montent » et « descendent » les degrés de l'échelle de complexité naturelle.

Il est fort possible que la hiérarchie de couches que je vais maintenant présenter soit bousculée par de nouvelles découvertes ou des réorganisations dans le système des sciences, comme l'histoire en a déjà connue. Je ne fais ici que proposer une vue générale de la structure de la nature informationnelle telle qu'elle est comprise de manière relativement consensuelle dans la communauté scientifique au début du XXI^e siècle. Je n'ai aucune intention de figer quoi que soit ou d'invalider d'autres approches synthétiques possibles.

2.3.2. *Les couches physico-chimiques et organiques*

Au premier niveau de la hiérarchie, la physique étudie les formes énergétiques (masse-énergie) et particulières (ondes-particules) des processus informationnels, selon les cadres d'analyse quantique et relativiste. La chimie ou, comme on le dit de plus en plus, les sciences moléculaires traitent des formes et des transformations des molécules. Entre les formes moléculaires et les formes quantiques s'intercale une interface, ou un niveau de codage, atomique. Il n'existe qu'un peu plus d'une centaine d'éléments (ou catégories d'atomes) et toutes les molécules peuvent être décrites, voire « écrites », par des graphes tridimensionnels d'atomes. Le tableau périodique des éléments atomiques (dit tableau de Mendeleïev, du nom du chimiste russe qui l'a inventé) présente l'« alphabet » avec lequel sont écrits les « textes » moléculaires³³. Selon la perspective de la hiérarchie des niveaux d'information qui est adoptée ici, on peut dire que les atomes codent - ou inscrivent - les formes moléculaires dans la couche quantique d'où elles émergent.

33. Voir par exemple : Gaston Bachelard, *Le pluralisme cohérent de la chimie moderne* [BAC 1932] et d'Isabelle Stengers et Bernadette Bensaude-Vincent, *Histoire de la chimie* [STE 1993].

Au niveau immédiatement supérieur, les principales formes de la couche biologique sont des organismes, c'est-à-dire des cycles auto-organiseurs et autopoïétiques³⁴ (ou auto-constructeurs) de dynamiques moléculaires. Les organismes se reproduisent par transmission d'une mémoire génétique codée par des molécules d'ADN. Les « textes » génétiques sont composés de séquences des quatre bases nucléiques que sont l'adénine, la thiamine, la cytosine et la guanine (les quatre « lettres » : A, C, T et G, de l'« alphabet » génétique)³⁵. Les lignées entrecroisées d'organismes - ou populations - qui se coordonnent pour transmettre une mémoire génétique collective sont appelées des espèces. Des cycles relativement stables d'échanges et de communication entre différentes espèces s'entrecroisent à un degré de complexité plus élevé pour former les écosystèmes. On dit que les espèces sont « adaptées » aux écosystèmes auxquelles elles participent et dans lesquels elles se reproduisent. Les recombinaisons et mutations des textes génétiques que se transmettent les organismes - quelles que soient les origines de ces transformations - contribuent à l'apparition, à la différenciation et à la disparition des espèces et des écosystèmes.

En somme, la biologie étudie les formes organiques des processus informationnels à différents niveaux de composition (cellules, tissus, organismes proprement dits, espèces et écosystèmes). Parmi les processus biologiques, d'importants mécanismes de lecture-écriture du texte génétique assurent un transcodage entre mémoire moléculaire et formes organiques ainsi qu'une transmission de la mémoire génétique entre organismes de la même lignée³⁶. Les textes génétiques codent - ou inscrivent - les formes organiques dans la couche moléculaire d'où elles émergent.

34. Le concept d'autopoïèse en biologie a été élaboré par Umberto Maturana (1928-...) et Francisco Varela (1946-2001), deux biologistes et philosophes nés au Chili qui ont notamment collaboré avec Heinz von Foerster. Concernant le concept d'autopoïèse, leurs travaux principaux sur ce point sont : *Principles of Biological Autonomy* [VAR 1979] *Autopoiesis and Cognition* [MAT 1980] *The Tree of Knowledge : The Biological Roots of Human Understanding* [MAT 1988]. Il faut noter que le concept d'autopoïèse, repris de Maturana et Varela, joue un rôle central dans la sociologie de Niklas Luhman (1927-1998), voir notamment son ouvrage *Social Systems* [LUH 1995].

35. Voir notamment, par deux des principaux acteurs de la révolution informationnelle de la biologie moléculaire : Jacques Monod, *Le Hasard et la Nécessité : Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne* [MON 1970], et de James D. Watson, *The Double Helix : A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA* [WAT 1968].

36. On sait que, dans le cas des micro-organismes, les échanges de textes génétiques peuvent être plus transversaux et que les virus *injectent* des fragments de textes à d'autres organismes pour se reproduire.

2.3.3. La couche phénoménale

Au-dessus des formes organiques, et dépendant directement d'elles, se déploient des formes phénoménales. Le mot « phénomène » vient du verbe grec *phaineîn* signifiant « apparaître » (sous-entendu : apparaître aux sens, dans la perception, dans l'expérience en général). Ces apparences sensibles correspondent aux produits de la cognition sensori-motrice³⁷ et affective des animaux pourvus d'un système nerveux. Les animaux - et eux seuls - peuvent voir, entendre, toucher, sentir, imaginer, rêver ou jouer activement avec ces images - ces formes sensibles - que sont les phénomènes.

Les phénomènes sont loin d'être des représentations objectives de la « réalité physique » puisqu'ils manifestent des formes qui n'existent justement pas dans les niveaux inférieurs du millefeuille informationnel. Pour ne prendre que deux exemples bien connus, les couleurs et les sons ne sont pas directement prélevés ou enregistrés dans la couche d'information physique (où on les chercherait en vain) mais sont computedés par des processus neuronaux complexes à partir de la manière dont certaines variations périodiques du champ électromagnétique ou de la pression atmosphérique affectent les capteurs sensoriels. Les abeilles voient des couleurs que nous ne voyons pas et les chauves-souris entendent des sons que nous n'entendons pas parce qu'elles captent des parties différentes du spectre des fréquences électromagnétiques ou acoustiques et font sur ces « mesures » des calculs différents. Les animaux ne se représentent pas des phénomènes déjà existants avant d'être computedés, ils les produisent activement par des calculs nerveux dans le cours de leurs interactions avec leur environnement. En outre, les images phénoménales ainsi produites ne sont pas perçues « à distance » de manière neutre, mais traduisent les réactions organiques des animaux dans leur intégralité. Elles sont donc habituellement colorées par le plaisir ou la douleur, animées d'affects, de désirs et d'intentions, traversées de finalités, imbibées de qualités plus ou moins complexes d'attraction ou de répulsion. Les émotions jouent un rôle important dans la cognition³⁸ puisqu'elles induisent des comportements et contribuent à l'interprétation et au façonnage des images phénoménales. La complexité des affects qui colorent et réorganisent les données des sens est spécialement développée chez les mammifères sociaux, dont les humains font évidemment partie. Ce traitement socio-affectif de l'information est particulièrement étudié par l'éthologie³⁹.

Comme dans le cas des niveaux inférieurs, la couche des formes phénoménales se raccorde à la couche (organique) précédente au moyen d'un système de codage.

37. Le psychologue et épistémologue Jean Piaget (1896-1980) a été l'un des premiers chercheurs à souligner que la cognition émerge d'une *boucle* sensori-motrice. Voir, par exemple : *La naissance de l'intelligence chez l'enfant* [PIA 1936].

38. Voir par exemple Antonio R. Damasio, *L'Erreur de Descartes : la raison des émotions* [DAM 1995].

39. Voir par exemple, de Boris Cyrulnik : *La naissance du sens* [CYR 1991].

L'interface entre les formes organiques et les formes phénoménales est ici assurée par le transcodage *neuronal* de l'information, dans lequel il faut inclure non seulement les dynamiques oscillatoires d'impulsions électriques dans les réseaux de neurones mais également la chimie délicate des hormones et neurotransmetteurs qui affectent les réactions nerveuses. Les organismes dépourvus de système nerveux ne saisissent aucune forme phénoménale, aucune image visuelle, acoustique, olfactive, tactile, gustative, synesthésique ou kinesthésique accompagnée d'émotions.

Dans le monde phénoménal, les formes se succèdent rythmiquement selon des cycles de récurrences et des motifs complexes de différences et de répétition. Les « objets » des actions et des perceptions émergent comme structures invariantes de vagues de transformation dans des cycles sensori-moteurs⁴⁰. Les figures et textures de l'expérience phénoménale se succèdent séquentiellement - une par une - mais cette succession s'accompagne invariablement d'opérations de distinction et de comparaison entre les formes, qui se détachent donc toujours sur un fond de durée ou de mémoire⁴¹. La mémoire peut être considérée comme le milieu propre du monde phénoménal, c'est-à-dire l'espace abstrait (non physique) où les formes phénoménales entrent en relation. Mais cet espace abstrait s'appuie sur l'espace physique, et c'est évidemment le système nerveux qui fournit le principal substrat organique où se codent la mémoire et les apprentissages. Pour la mémoire à court terme, cette inscription prend la forme d'une récursion des trains d'impulsions dans les circuits neuronaux. Pour la mémoire à long terme, les apprentissages et les *habitus* opératoires s'inscrivent plutôt dans les transformations de la connectivité neuronale⁴².

En somme, le système nerveux forme un pont computationnel entre l'information organique et l'information phénoménale. D'un côté du pont, le système nerveux s'enracine dans le monde des formes biologiques, puisqu'il est composé d'un réseau de cellules étroitement interconnectées où se développent des dynamiques d'impulsions électriques et d'échanges chimiques. Le système nerveux se trouve en outre en interaction continue avec le reste de l'organisme ainsi qu'avec son environnement physique immédiat. De l'autre côté du pont, le système nerveux compute les dynamiques de

40. De nouveau, le fait que les « objets » permanents soient *construits* par l'activité cognitive - au moins chez les humains - à partir d'invariants dans les boucles sensori-motrices a été particulièrement souligné par Jean Piaget, voir par exemple son *Introduction à l'épistémologie génétique* [PIA 1974].

41. Le rôle de la mémoire dans la cognition est évidemment étudié par les sciences cognitives contemporaines, mais il avait déjà été très finement analysé par le philosophe Henri Bergson (1859-1941), notamment dans son *Essai sur les données immédiates de la conscience* [BER 1888], ainsi que dans *Matière et mémoire* [BER 1896].

42. Voir par exemple : John R. Anderson, *Cognitive Psychology And Its Implications* [AND 2005], pour une synthèse générale. Pour un ouvrage spécialisé sur la mémoire : Eric R. Kandel, *In Search of Memory. The Emergence of a New Science of Mind* [KAN 2006].

formes phénoménales qui se développent dans l'expérience sensori-motrice et affective des animaux. Entre les deux rives, le système nerveux traduit l'un dans l'autre les processus organiques et l'expérience phénoménale le long d'une boucle cognitive auto-organisatrice. Il code les formes phénoménales dans le monde des formes organiques d'où elles émergent.

2.3.4. *La couche symbolique*

Au dernier étage de la hiérarchie informationnelle, les sciences de l'homme étudient le codage et le traitement symbolique de l'information. J'ai déjà évoqué plus haut la nature systémique et régulière du symbolisme. Je vais maintenant m'attacher à son aspect sémantique, ou signifiant. Le mot « symbole » vient du grec *symbolon* et signifie étymologiquement « tenir ensemble ». Son sens originel pourrait être rapproché de l'étymologie arabe de l'« algèbre », qui évoque également les actions de rabouter, joindre ou assembler. Le mot renvoie également à la coutume (grecque, ici encore) de casser un tesson de poterie en deux morceaux, et de munir d'un morceau chacun des deux sujets qui auront à se reconnaître dans le futur. La reconnaissance se produit par application des deux pièces de poterie selon leur ligne de fracture. Le symbole est précisément ce tesson cassé et rabouté. Il apparaît déjà dans son étymologie, comme dans le mode de reconnaissance évoqué par le récit grec, que le symbolisme est lié à une dialectique de la dualité dans l'unité : le symbole conjoint ou rejoint deux morceaux distincts d'un continuum. On peut interpréter le continuum, en général, comme celui de la nature de l'information. Quant aux deux morceaux, ils pourraient désigner la couche des formes phénoménales (et toutes celles qui la précèdent vers le bas de l'échelle) - d'un côté - et la couche des formes idéales - de l'autre côté. Le symbole assure l'interface de ces deux couches.

Mais qu'est-ce que ces formes idéales, ces catégories abstraites, que les symboles connectent aux formes phénoménales ? Au premier abord, la connexion symbolique entre ces deux types distincts de formes que sont les idées et les phénomènes recoupe la fameuse dualité entre signifié et signifiant - les deux parties du symbole - dégagée par le linguiste Ferdinand de Saussure au début du XX^e siècle⁴³. Par exemple, le signifiant « arbre » appartient au monde phénoménal, qu'il s'agisse de l'image sonore du

43. Ferdinand de Saussure (1857-1913) est un linguiste suisse dont on connaît les travaux grâce aux notes de cours publiées par certains de ses étudiants [SAU 1916]. Ferdinand de Saussure est considéré comme un des fondateurs du structuralisme en linguistique et son influence s'est étendue dans de nombreux champs des sciences humaines. Il a par exemple influencé Claude Lévi-Strauss et Jacques Lacan. Je souligne cependant que même si les mots (les signifiants !) utilisés ont largement varié, la distinction conceptuelle entre signifiant et signifié est fort ancienne. On la trouve déjà chez Platon, notamment dans son dialogue *Le Cratyle*, [PLA 1950] ainsi qu'au premier chapitre du « De l'interprétation » d'Aristote [ARI 1972]. Quelle que soit la manière dont on la nomme, la distinction signifié / signifiant a été commentée par la plupart

mot prononcé ou de l'image visuelle du mot noté. Quant à la signification, ou au signifié, du mot, il s'agit d'une certaine classe de végétaux. Le signifié appartient donc - en tant que classe ou catégorie - à l'univers des formes abstraites. Un son d'un côté, une catégorie de l'autre. Les signifiés, à savoir le genre de formes auxquelles les symboles donnent accès, seraient donc des classes, types, idées générales, essences abstraites, universaux et autres propriétés communes à plusieurs individus... Par « catégories » je me réfère ici non seulement aux classes de phénomènes, mais aussi aux classes de symboles, aux classes de classes, aux relations entre classes et aux classes de relations qui s'épanouissent et prolifèrent du côté signifié de la vie symbolique. Ces formes abstraites sont impossibles à appréhender directement par les sens : personne n'a jamais touché ni vu un type ou une catégorie. Seul un représentant phénoménal (une image) d'une catégorie peut être perçu par les sens. L'affaire semble donc entendue : les systèmes de symboles codent des catégories abstraites au moyen d'images sensibles, permettant ainsi l'appréhension perceptive indirecte, la manipulation, le partage et la transmission d'idées abstraites au sein des communautés humaines.

Mais cette description pêche par simplisme. En effet, c'est une certaine *occurrence* visuelle ou sonore du signifiant qui appartient au monde phénoménal, non le signifiant lui-même. Nous entendons des prononciations du signifiant « arbre » et non pas le signifiant lui-même, qui s'identifie en toute rigueur à une *classe* de sons, occupant une certaine place dans le système des différences et des combinaisons phonologiques de la langue. Sur un plan strictement acoustique, toutes les prononciations du même mot diffèrent, si bien que reconnaître ou entendre un mot revient à catégoriser (la plupart du temps de manière réflexive) un son dans une classe de sons. Tout signifiant est donc déjà lui-même une classe d'occurrences, un type, et cela non seulement dans le cas des langues mais pour n'importe quel système symbolique.

L'on n'a donc pas encore distingué la nature propre du signifié en le définissant comme appartenant à l'univers des classes ou catégories, puisque les signifiants aussi sont des catégories. Faut-il s'étonner de trouver des catégories partout puisque la perception, en particulier, et la cognition, en général, impliquent nécessairement la catégorisation ? Il est clair, en effet, que les animaux, bien qu'ils n'aient pas d'accès à la vie symbolique⁴⁴ sont pourtant capables de catégoriser les phénomènes. Bien plus : la nature même des phénomènes implique leur structuration par une activité de catégorisation. J'ai déjà mentionné plus haut la capacité évidente des animaux à identifier des « objets » sous la variation des données sensorielles. Ils distinguent, par exemple,

des philosophes, grammairiens, linguistes et sémioticiens de la tradition occidentale et on la retrouve aussi dans quasiment toutes les traditions savantes non occidentales.

44. J'assume cette exclusion, qui semble scandaleuse à certains. En effet, si l'on dit que les animaux *ont accès à la manipulation symbolique* et au type de cognition réflexive et d'évolution culturelle qu'elle rend possible, qu'est-ce qui distingue la cognition animale de la cognition humaine ? Et comment explique-t-on le *fait* singulier de la culture humaine et de son évolution ?

entre proies et prédateurs. Donc ils catégorisent. Non seulement un singe reconnaît la même banane sous des éclairages différents mais, manifestement, il reconnaît aussi que telle chose est « une banane » (un exemplaire de la catégorie « banane »), dont la chose en question possède la forme, la couleur, l'odeur et le goût. La catégorisation est une dimension essentielle de la cognition animale. Elle intervient donc dès le niveau présymbolique. Qu'on y réfléchisse : une perception sans catégorisation ne serait qu'un chaos de sensations élémentaires inutile à l'action, une mémoire sans catégorisation ne permettrait aucune comparaison ni reconnaissance, etc. La boucle cognitive sensori-motrice transforme les données sensorielles (en provenance de la rétine, de la peau, des tympans, des capteurs olfactifs, synesthésiques, etc.) en données motrices (la commande des actions musculaires, des sécrétions hormonales, etc.) et les données motrices alimentent en retour (via l'environnement physico-chimique interne et externe de l'organisme) les données sensorielles. La partie du circuit informationnel - le calcul neuronal - qui va des capteurs aux effecteurs « contrôle » autant que possible les données fournies par les capteurs sensoriels : éviter la douleur, attraper une proie, etc. Ce contrôle des données perceptives passe par la production d'une *expérience animale* c'est-à-dire par l'émergence de formes phénoménales distinctes et comparables au sein d'une mémoire. Or les formes phénoménales ne sont précisément distinctes et comparables que parce qu'elles sont produites ou modelées par des opérations de catégorisation.

Etant entendu, d'une part, que la catégorisation intervient déjà dans les processus cognitifs présymboliques et que, d'autre part, même au niveau symbolique, les signifiants sont déjà des catégories, la question de la spécificité des signifiés du symbolisme peut maintenant se formuler de la manière suivante : quelle est l'identité exclusive de ces catégories abstraites (les signifiés) que la cognition symbolique connecte à des catégories de phénomènes (les signifiants) ?

Avant de proposer ma réponse à cette question, je voudrais rappeler qu'en général, une classe d'opérations peut être représentée par un opérateur. On peut déduire logiquement de la proposition précédente qu'une classe d'opérations de catégorisation peut être représentée par un opérateur de catégorisation. En termes causaux, une catégorie de formes phénoménales suppose un *mécanisme de catégorisation* qui impose activement aux membres leur appartenance à la catégorie. Ce mécanisme façonne les phénomènes à partir des données sensori-motrices et leur attribue les propriétés qui font d'eux des membres d'une catégorie⁴⁵. Du point de vue du fonctionnement

45. Cette idée est aussi ancienne que la philosophie, voir par exemple dans les premières pages du *Parménide* de Platon (132d) p. 201 de l'édition de la Pléiade, T.2, [PLA 1950] : « Ces idées dont nous parlons sont, à titre de modèles, des paradigmes dans l'éternité de la Nature ; quant aux objets, ils leur ressemblent et en sont des reproductions ; et cette participation que les autres objets ont aux idées ne consiste en rien d'autre qu'à être fait à leur image. » Ni la théorie des ensembles, ni la notion de fonction n'étaient disponibles à l'époque de Platon, mais il concevait

effectif de la cognition, l'actualisation d'une catégorie quelconque dans des formes phénoménales particulières suppose nécessairement l'existence d'un opérateur de catégorisation.

Ceci dit, ma réponse au problème de l'identité du symbolisme est la suivante : les signifiés qu'évoquent les signifiants structurés par des systèmes symboliques sont des *opérateurs* de catégorisation. Par contraste avec la cognition présymbolique, la cognition symbolique catégorise (par l'intermédiaire de signifiants) non seulement des données sensori-motrices mais des opérateurs de catégorisation. Le propre de la cognition symbolique est de tricoter un monde phénoménal où des signifiants font briller les reflets de ses propres opérations. L'intelligence humaine est réflexive - ou bien autoréférentielle - parce que ses opérateurs cognitifs se projettent dans le monde phénoménal pour s'auto-catégoriser. Ce thème de la réflexivité esquissé dans cette section sera analysé plus en profondeur par la suite, mais il me fallait souligner dès maintenant la *singularité* de la cognition symbolique dans la nature ⁴⁶.

On dit parfois que ce qui distingue le symbolisme est sa capacité de représenter ou d'évoquer quelque chose *en son absence*. On confond alors l'indice et le symbole, car il semble que, dès la cognition présymbolique, des représentations d'objets absents puissent surgir à partir de signaux indiciels et d'associations dans la mémoire. Des traces visuelles, des odeurs et des sons évoquent, pour les animaux, des proies, des prédateurs ou des partenaires sexuels. Le chien de Pavlov salivait en entendant une cloche, même sans repas devant lui, parce que la cloche avait été associée à la nourriture dans un dressage antérieur. Plus généralement, le monde animal, c'est-à-dire la cognition présymbolique, connaît déjà les signes et la communication puisque les animaux émettent, reçoivent et comprennent une foule d'indices et de signaux. Comme les autres signes, le symbole peut donc bien communiquer, évoquer ou re-présenter un objet phénoménal absent, mais sa spécificité est ailleurs : il figure sur un mode phénoménal (son signifiant) un opérateur cognitif (son signifié), voire même des classes d'opérations sur des opérateurs. Lorsque nous reconnaissons un arbre, nous effectuons une opération cognitive de catégorisation ou de détermination grâce à laquelle nous identifions ou catégorisons le phénomène : « C'est un arbre ! » Le signifié du signifiant « arbre » est précisément cet *opérateur de catégorisation* que nous activons en reconnaissant un arbre. Et ce signifié n'est certes pas désigné de manière isolée, mais il est adressé ou situé dans un réseau complexe d'opérateurs cognitifs que code (de

déjà les idées comme les moules originaux et abstraits (non sensibles) des formes phénoménales. Quand je prétends que les *idées* signifiées par les signifiants des systèmes symboliques sont les opérateurs de catégorisation qui informent activement aussi bien les phénomènes que les opérations cognitives réfléchies par la cognition symbolique, je ne dis certes pas la même chose que Platon, mais je me rattache cependant à une tradition qui attribue aux idées un rôle *formateur*.

46. Voir la section 3.2.

manière souvent très souple, voire floue) un système symbolique - la langue dans cet exemple. En effet, ce n'est que parce qu'elles jouent les rôles complexes spécifiés par les structures sémantiques et les règles syntaxiques de systèmes symboliques que des images signifiantes peuvent évoquer des opérateurs de catégorisation.

Du côté de la virtualité, le symbolisme ouvre à la boucle auto-créatrice de l'intelligence réflexive un univers sémantique dont les formes (les signifiés) et les transformations (les opérations cognitives sur les signifiés) sont d'une variété potentiellement infinie. Grâce aux mécanismes syntaxiques fournis par les systèmes symboliques, les opérateurs cognitifs représentés par des signifiants peuvent eux-mêmes faire l'objet d'opérations complexes telles que : composition, décomposition, arrangements, tris, substitutions, connexions, déconnexions et ainsi de suite... Le symbolisme ouvre donc à la cognition une dimension pratiquement illimitée de complexité récursivement constructive.

Du côté de l'actualité, les symboles culturels codent les opérateurs cognitifs dans le monde des formes phénoménales que ces opérateurs informent. La cognition symbolique peut évoquer autre chose que des phénomènes sensibles : des croyances, des idées, des significations complexes, des récits, des problèmes... Mais ces autres du phénomène, pour apparaître dans l'expérience humaine, doivent emprunter la médiation d'images signifiantes qui fonctionnent comme vêtements - ou masques - phénoménaux des opérateurs cognitifs. Le symbolisme donne bien accès aux rouages de la machinerie cognitive, mais seulement sur la scène du monde phénoménal, c'est-à-dire sous le voile révélateur du signifiant. Le phénoménal renvoie au neuronal, le neuronal à l'organique, l'organique au moléculaire et le moléculaire au particulier. En transcendant les objets de l'univers sémantique dans le monde phénoménal et *vice-versa*, la cognition symbolique humaine connecte l'ouverture infinie des opérations de catégorisation à toutes les couches antérieures de la nature informationnelle.

L'univers sémantique comprend l'ensemble des concepts - ou des catégories abstraites - que la cognition humaine peut viser explicitement grâce au maniement de systèmes symboliques. Cette strate sémantique occupe une position bien déterminée dans la nature de l'information. Elle se situe dans la couche symbolique qui émerge - avec l'espèce humaine - des couches phénoménales, neuronales, organiques et physico-chimiques. Au sein de la couche symbolique, l'univers sémantique s'articule aux systèmes de signifiants qui projettent ses objets abstraits dans les phénomènes et lui permettent ainsi d'être exploré et transformé par l'intelligence collective des primates parlants.

2.3.5. Une vue synthétique du feuilletage informationnel

Il peut être utile d'organiser le feuilletage en couches de la nature informationnelle autour d'un axe Nord / Sud traversant l'orbe cosmique. Cet axe se présente comme un

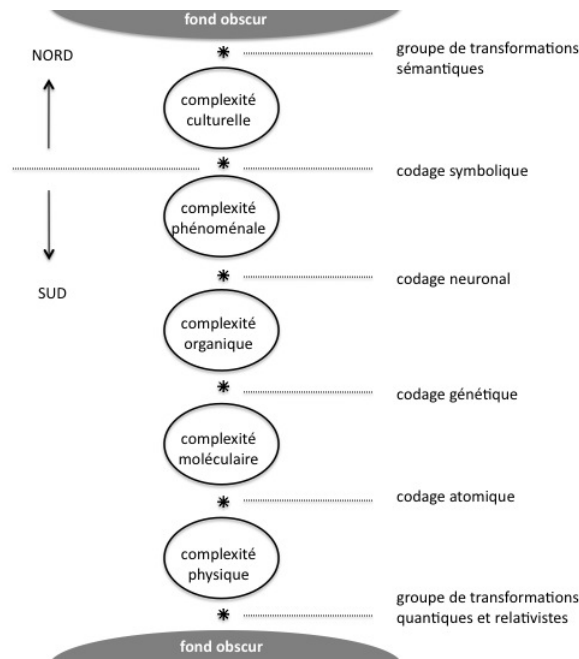


Figure 2.1 – Le collier axial de la nature de l'information

collier de perles où alternent des explosions de singularités (les perles) et des interfaces de codage permettant à deux univers de complexité de communiquer (le fil entre deux perles), tel que représenté dans la figure 2.1.

Au-delà du pôle Sud, il n'y a rien, ou plutôt un chaos insondable, indéterminé, inobservable, inconnaissable. Au pôle Sud, la couche de codage quantique-relativiste - idéalement un système unifié de transformations symétriques entre espace, temps, masse, énergie et vitesse - connecte au fond obscur toute la complexité de l'univers quantique. Cette couche de codage, comme les autres, est évidemment une projection de l'activité scientifique humaine. Les quarks, les centaines de particules élémentaires, les ondes électromagnétiques, gravitationnelles et autres manifestations énergétiques de toutes sortes peuplent la première perle. La diversité foisonnante de l'univers quantique se resserre dans le codage atomique qui propose une sorte d'organisation stable de la mémoire matérielle. Le nombre d'éléments atomiques (118 mais seulement 94 observables dans la nature) ne dépasse pas l'ordre de grandeur de la centaine. A partir du goulet d'étranglement du codage atomique, la deuxième perle de complexité de notre collier axial est celle de l'univers moléculaire. Surtout si l'on prend en compte les macromolécules, la variété et la complexité de l'univers moléculaire, de ses cycles de transformation et de ses échanges d'énergie sont *a priori* illimitées. Un pas de plus

vers le Nord et l'explosion de singularités qui suit est celle du monde organique : des cellules aux organes, des organismes aux dynamiques de populations et aux écosystèmes. Entre le monde moléculaire et le monde organique s'intercale le codage génétique, fondé sur les quatre bases A, T, C et G organisées par la structure en double hélice de l'ADN. Toutes les cellules vivantes et tous les organismes utilisent le même système de codage - le même dispositif de mémoire transgénérationnelle - de leur structure interne et de leur composition moléculaire. Après le monde organique, le prochain univers de complexité est celui du monde phénoménal des animaux : images sensorielles, perceptions et émotions indissociables d'une interaction avec l'environnement. C'est l'interface neuronale commune aux animaux - ses trains d'impulsions, l'excitation périodique de ses assemblées de neurones et ses vagues de messages chimiques - qui traduit l'un dans l'autre le monde fourmillant des qualités sensibles et celui des organismes. Finalement, coupant le plan d'immanence de l'équateur cosmique, le codage symbolique connecte et traduit l'un dans l'autre 1) le monde de la complexité phénoménale qui monte des organismes et 2) l'univers en expansion des singularités sémantiques, l'écosystème des concepts, le temps virtuel des chants et des récits qui occupe l'hémisphère Nord. Cet univers sémantique qui est le propre de la culture humaine est jusqu'à nouvel ordre la dernière perle où s'évase la complexité informationnelle. Avant que le groupe de transformation de la sphère sémantique, au pôle Nord, dernier filet de capteurs calculables projeté par la pensée scientifique, n'établisse l'interface avec l'impensable, l'insensé, l'inconnaissable, l'indicible d'où vient peut-être - et que rencontre fatalement - toute cognition.

2.4. L'évolution dans la nature de l'information

La hiérarchie de niveaux qui vient d'être décrite fait écho à nombre de hiérarchies traditionnelles. Par exemple, dans son traité *Sur l'âme*, Aristote distingue trois types d'âmes, c'est-à-dire trois grands genres de fonctions biologiques, toutes présentes chez l'être humain⁴⁷. L'âme végétative correspond aux fonctions de nourriture, de reproduction, de croissance et de déclin que l'on trouve aussi bien chez les plantes que chez les animaux (c'est la couche organique). L'âme animale, ou sensitive, correspond aux activités de sensation et de motricité que l'on ne trouve que chez les animaux. Comme la sensation comporte le plaisir et la douleur et que la motricité est (en gros) attirée vers le plaisir et repoussée par la douleur, le désir fait évidemment partie de l'âme animale. L'imagination, capacité de produire des images à partir des sensations et des souvenirs de sensations est également une des fonctions de cette âme sensitive (la couche neuronale, en termes contemporains). L'âme intellectuelle, enfin, correspond aux fonctions de traitement des symboles, qui sont propres à l'espèce humaine, à l'exclusion des autres animaux. Cette âme intellectuelle (la cognition symbolique, en termes contemporains) peut viser explicitement une quantité illimitée d'idées

47. Voir [ARI 1959].

abstraites que les animaux ne peuvent se représenter comme des objets de pensée explicites : « la justice », « la gravitation universelle », « la fin des temps »...

Dans une autre aire culturelle, on retrouve le même type de hiérarchie. Xunzi, un important penseur confucéen du II^e siècle av. JC écrit dans son principal ouvrage : « L'eau et le feu possèdent l'énergie (*Qi*), mais pas la vie ; les plantes et les arbres ont la vie mais pas la conscience ; les oiseaux et les bêtes ont la conscience mais pas le sens moral ; l'homme qui possède l'énergie, la vie, la conscience et, de surcroît, le sens moral, est donc l'être le plus noble sous le ciel⁴⁸ ». Or le sens moral suppose évidemment la réflexivité propre à la cognition symbolique et tout particulièrement *la capacité à se représenter la réflexivité de l'autre*.

Comme on l'a vu, chaque nouvelle couche informationnelle recode la couche précédente. La nature de l'information est évolutive, ce qui signifie que les différents niveaux de codage apparaissent successivement ou que la hiérarchie des couches s'étage selon une *séquence temporelle*. Les travaux d'astrophysique et de cosmologie de la seconde moitié du XX^e siècle ont montré que les formes énergétiques et particulières de l'information étaient antérieures dans le temps à la constitution des atomes dans les étoiles⁴⁹. La construction des molécules complexes dans des milieux plus froids que celui des étoiles est à son tour plus récente que celle des atomes. En relation avec les sciences de la terre et la paléontologie, la théorie de l'évolution biologique a bien montré que les molécules organiques produites par les unicellulaires et les plantes apparaissent postérieurement aux molécules minérales. Les animaux et leurs systèmes nerveux ne surgissent qu'après plusieurs centaines de millions d'années de développement des bactéries et des algues. Les affects ne commencent à se complexifier qu'avec les mammifères sociaux. Et nous savons finalement que la couche de codage symbolique est la plus tard venue, puisqu'elle est liée à l'espèce humaine, qui ne date que de quelques centaines de milliers d'années.

Cette évolutivité (la construction successive des types de formes et des couches de codage qui les relient) a d'abord été pensée par des paléontologues et des biologistes du XIX^e siècle, et cela notamment à propos du rapport entre la biologie et la culture. Darwin, en particulier, fut un des premiers à soutenir - enquête scientifique à l'appui - que, du point de vue biologique, l'humanité est une espèce particulière de grands singes sociaux, dont le mode d'apparition ne se distingue pas de celui de n'importe quelle autre espèce animale. Toutes les espèces biologiques résultent de mutations

48. Xunzi, 9. Cité par Anne Cheng, *Histoire de la pensée chinoise*, [CHA 1997], p. 224.

49. Cette « évolution cosmique » est bien étudiée dès les années 50 du XX^e siècle, voir : de Fred Hoyle et collaborateurs : « Synthesis of the elements in Stars » [HOY 1957].

génétiques qui se sont reproduites dans des écosystèmes donnés, et l'espèce humaine ne fait pas exception à cette règle ⁵⁰.

Ce n'est qu'à l'échelle de la nature de l'information dans son ensemble - qui embrasse tous les types de formes et tous les niveaux de codages - que l'humanité peut être pensée comme une espèce « privilégiée ». Comme nous l'avons vu plus haut, elle se distingue des autres espèces animales non seulement par un codage symbolique des formes phénoménales et affectives produites par son activité cognitive, mais également par un codage des mécanismes cognitifs eux-mêmes : les opérateurs de catégorisation. Il faut bien distinguer le langage de la capacité à reconnaître des signes ou à communiquer ⁵¹. J'insiste sur ce point parce que la confusion est très fréquente. La communication est universellement répandue dans le règne vivant. En revanche, le langage est propre à l'espèce humaine : il manifeste dans son miroir signifiant un univers de sens peuplé d'opérations intellectuelles.

Le monde de la pensée - ou l'univers culturel - est l'émanation propre de l'espèce humaine. Il accueille l'ensemble des opérations de manipulation de symboles, c'est-à-dire les opérations cognitives portant sur des images représentant des concepts. Cette couche, la dernière venue de la nature informationnelle pourrait être dénommée de bien des façons. Pierre Teilhard de Chardin⁵² a forgé le terme de « noosphère », dans l'esprit d'une spiritualité évolutionniste prolongeant celle de Bergson⁵³ et rappelant celle de Sri Aurobindo⁵⁴ dans l'aire culturelle indienne. « Noo » vient du grec *nous* et fait référence à l'esprit, à la pensée ou à l'intellect tels qu'ils étaient évoqués par Anaxagore ou Aristote. L'étymologie donne donc : « sphère de l'intellect », « sphère du *nous* ». L'univers sémantique - la noosphère de Teilhard - désigne le lieu de l'interdépendance symbolique des activités propres à l'espèce humaine, activités qui comprennent notamment la prolifération interdépendante des formes techniques, institutionnelles, esthétiques et autres qui caractérisent la culture ⁵⁵. Mais alors, pourquoi Teilhard parle-t-il de « noosphère » et pas simplement de culture ? Le mot est construit sur le modèle de « biosphère ». Ce terme renvoie, on le sait, à l'ensemble interconnecté de tous les écosystèmes terrestres. La biosphère rassemble et fait croître autour de la sphère minérale de la planète Terre une couche unitaire de complexité

50. Voir les deux grands ouvrages de Darwin sur ce point : *L'origine des espèces* [DAR 1859] et *La descendance de l'homme et la sélection liée au sexe* [DAR 1871].

51. Voir par exemple l'ouvrage de Terrence Deacon, *The symbolic Species* [DEA 1997].

52. Teilhard était non seulement un jésuite dont la théologie évolutionniste fut condamnée par le Vatican mais également un géologue et paléontologue de profession. Voir notamment son livre *Le phénomène humain* [TEI 1955].

53. Notamment dans son ouvrage : *L'évolution créatrice* [BER 1907].

54. Voir notamment son ouvrage majeur : *La Vie Divine* [AUR 1939].

55. Edgar Morin, dans sa *Méthode* [MOR 2007], désigne l'étude des idées par le terme de *noologie*.

biologique évolutive. Il n'y a qu'une seule biosphère : toutes les espèces partagent le même code génétique et le même environnement terrestre. Selon le même patron, la noosphère fait croître autour de la biosphère - et en interdépendance avec elle - une couche de complexité évolutive encore plus rapide et créative que celle de la vie organique. Comme la biosphère, cette couche est *unitaire* - puisqu'elle repose sur la capacité de codage et de manipulation symbolique propre à une seule espèce - et *interdépendante* : une interdépendance que la mondialisation économique et la croissance des réseaux de transport et de télécommunication rend de plus en plus sensible. L'appellation de « noosphère » attire l'attention sur la discontinuité radicale - temporelle et ontologique - associée à l'apparition de l'espèce humaine, mais aussi sur l'analogie entre la couche des formes organiques et celle des formes symboliques. Le mot veut évoquer le puissant retentissement de l'avènement du langage dans le destin de la vie et de la planète qui la porte ⁵⁶. La noosphère n'est effectivement rien d'autre que l'architecture invisible et mouvante de la culture, la dernière venue des couches de formes. Le terme de noosphère permet d'envisager la culture selon la perspective évolutive de la succession des couches de codage, de penser son unité interdépendante... et de retenir l'événement encore ouvert de son émergence. Encore ouvert, en effet, parce que c'est le propre de la culture humaine, et de la cognition symbolique qui l'engendre, que d'explorer de manière créative l'univers *a priori* illimité des opérations cognitives possibles. L'évolution culturelle emprunte pour ce faire les véhicules variés de systèmes de signes, de techniques et d'institutions dont les formes et les agencements sont encore loin d'avoir été épuisés. Processus en cours, l'évolution de la noosphère est loin d'être achevée.

L'essence de ma proposition est de considérer la noosphère sur le fond d'un système de coordonnées qui rendrait ses transformations *descriptibles par des fonctions calculables*. La sphère sémantique - le système de coordonnées qui permettrait de refléter et de contempler l'univers culturel sur un mode scientifique - est évidemment un construit culturel et non pas un fait réel brut indépendant de notre façon de penser. Pourtant, en augmentant la réflexivité globale de la noosphère, elle pourrait accélérer son processus d'évolution.

56. « Le changement d'état biologique aboutissant à l'éveil de la pensée ne correspond pas simplement à un point critique traversé par l'individu, ou même par l'Espèce. Plus vaste que cela, il affecte la Vie elle-même dans sa totalité organique, et par conséquent il marque une transformation affectant l'état de la planète entière. » Pierre Teilhard de Chardin, *Le Phénomène Humain* [TEI 1955] (p. 177 de l'édition de poche).

2.5. L'unité de la nature

2.5.1. *Information naturelle et information culturelle*

Puisqu'elles recodent en cascade les dynamiques informationnelles des niveaux inférieurs, les dynamiques symboliques en dépendent. Les processus informationnels d'ordre symbolique peuvent être conceptuellement ou logiquement distingués des processus d'ordre présymboliques. Mais ils ne peuvent en être séparés *réellement*. Autant dire que la couche de complexité culturelle repose continuellement et partout sur la complexité physico-biologique : elle lui est coextensive et elle en est solidaire. L'humanité ne porte la complexité sémantique qu'en traversant tous les types de formes dont dépend effectivement cette complexité : physique, moléculaire, génétique, cellulaire, organique, nerveuse-phénoménale et hormonale-affective ⁵⁷.

Mais la dépendance fonctionne aussi dans l'autre sens. Force est de constater que la connaissance qui étudie, analyse, distingue et relie les différents niveaux de codage de la complexité naturelle est elle-même produite et englobée par la complexité culturelle. Nous décrivons la nature par le moyen des langues naturelles et grâce à des dispositifs culturels de notation, de représentation et de mesure. Une culture coordonne ses actions corporelles et intellectuelles en instaurant un ordre symbolique, un *cosmos* par l'intermédiaire duquel correspondent ses divers systèmes esthétiques, techniques et socio-institutionnels. Pour les êtres humains parlants, une nature n'est jamais appréhendée que dans l'enveloppe d'un cosmos. Même si tous les objets et toutes les données de la connaissance humaine ne sont pas symboliques, ils sont tous symboliquement recodés, intégrés et traduits par des systèmes de mesure, des images, des récits et par une foule d'institutions culturelles en général.

On utilise parfois le terme de « nature » pour désigner exclusivement les niveaux de codage et de traitement présymboliques. En particulier, l'étude des couches présymboliques de l'information est couramment désignée par l'appellation de « sciences de la nature », ce qui peut laisser entendre que les sciences humaines ne sont précisément pas des « sciences de la nature ». Pourtant, puisque nous concevons désormais la nature sur un mode informationnel, il n'y a aucune raison de penser que les sciences de l'homme n'étudient pas la nature en étudiant la culture. La *culture aussi* consiste en processus complexes de production et différenciation de formes (dans ce cas : des formes symboliques) ⁵⁸.

57. Voir par exemple Cyrulnick, *La naissance du sens*, op. cit. [CYR 1991].

58. Voir sur tous ces points, le chapitre 5 consacré aux sciences de l'homme. Il faut signaler ici l'ouvrage monumental en trois tomes de Ernst Cassirer *La philosophie des formes symboliques* [CAS 1929].

En somme, 1) toute la connaissance (humaine) de la nature appartient à la couche symbolique, y compris la connaissance de la nature présymbolique ; 2) les processus informationnels de la couche symbolique appartiennent eux-mêmes à la nature, puisque notre nature est désormais une nature de l'information. Une économie générale de l'information doit donc inclure *dans la même nature* les couches de codage symbolique et présymboliques, la couche symbolique constituant, jusqu'à nouvel ordre (pour nous, être humains), le milieu réfléchissant de cette unique nature interdépendante. Les couches présymboliques se codent symboliquement, que ce soit dans des systèmes de connaissance traditionnels ou sous forme de connaissance scientifique de style moderne ou postmoderne. Or les savoirs traditionnels sont multiples en vertu de la pluralité des cultures et les connaissances scientifiques sont provisoires puisqu'il existe une histoire des sciences dont rien n'indique qu'elle soit aujourd'hui achevée, ni même qu'elle le soit jamais. Les couches présymboliques de la nature ne peuvent donc servir de socle immuable ou de fondement fixe à la couche symbolique dans laquelle ils sont toujours déjà traduits, même lorsque l'on veut les saisir de la manière la plus objective. Quant à la couche symbolique, y compris son dernier étage sémantique, nous avons vu qu'elle est elle-même étroitement dépendante des couches présymboliques, au moins dans la compréhension des choses qui prévaut dans la communauté scientifique contemporaine. Toute culture dépend de son environnement écosystémique et l'intelligence collective humaine est impensable sans support somatique et technique. La nature de l'information manifeste donc une sorte d'implication réciproque des couches symboliques et présymboliques le long d'une boucle autopoïétique où les phénomènes empiriques (d'une part) et l'intelligence réflexive des communautés humaines (d'autre part) émergent en co-dépendance.

2.5.2. *La nature comme « grand symbole »*

Il a été reconnu depuis longtemps que la seule réalité dont nous ayons une connaissance directe est celle de notre expérience subjective vécue au présent, seconde après seconde. Ce flux d'expérience phénoménal se déploie dans un *sensorium* unifié qui entretienne les cinq « sens » classiques et le sens interne cénesthésique. A partir de ce *milieu* originel de l'expérience, et grâce à la coordination sociale de ses activités augmentée par la manipulation et l'échange de symboles, la cognition humaine produit activement une Terre et un Ciel⁵⁹. Du côté de la Terre, l'objectivité pratique d'un monde matériel et, du côté du Ciel, la nécessité existentielle d'un monde de significations et de valeurs. Je précise que la grande diversité des cosmologies et des conceptions du monde au cours de l'aventure humaine montre que ce ne sont pas seulement les univers symboliques (la culture) qui sont conventionnels, dépendants d'un lieu et d'une époque. *Tous* les mondes, y compris les mondes matériels et non humains, sont

59. Ce Ciel et cette Terre métaphoriques résonnent avec le Sud et le Nord tout aussi métaphoriques de notre *Orientalisation*, voir la section 2.1.

socialement et culturellement construits ou créés. Par exemple, à l'intérieur de la tradition savante occidentale et dans les « sciences de la nature » qui prolongent cette tradition à partir du XVII^e siècle, différentes théories s'affrontent au sujet de la nature matérielle. De nouveau : puisque les paradigmes scientifiques se succèdent⁶⁰ dans le temps, il est clair qu'aucun d'eux ne représente une quelconque extériorité stable de la nature matérielle qui contrasterait avec l'arbitraire et la variabilité des conventions culturelles. En d'autres termes, il n'existe pas de monde matériel objectif qui soit indépendant du contexte social, culturel et technique nous permettant de le construire et de le penser collectivement. Il y a quelques générations, la terre était encore plate et située au centre de l'univers. Parce qu'ils affectent le *sensorium* et les processus cognitifs, de nouveaux systèmes de coordonnées, de nouveaux instruments de mesure et d'observation, de nouveaux médias de communication, de nouveaux outils symboliques de description et de calcul créent les conditions de nouvelles « objectivités » scientifiques et pratiques.

A partir de son milieu ou de sa source, qui est le flux d'expérience au présent, l'unité de la nature se différencie en un monde virtuel (vers le Nord) et en un monde actuel (vers le Sud). Disons, pour simplifier, que le monde *actuel* est peuplé par des processus ou des entités *qui possèdent une adresse spatio-temporelle*. La physique contemporaine coordonne ces adresses dans l'espace-temps relativiste einsteinien à 4 dimensions avant que, peut-être, la théorie des cordes ne modélise le champ unifié fondamental par un espace à 11 ou 13 dimensions⁶¹. Au fin fond du cosmos gît un groupe de transformation quantique-relativiste ultra-complexe où s'échangent dynamiquement masses, énergies et adresses spatio-temporelles.

De l'autre côté, le monde virtuel contient les données symboliquement codées de la mémoire personnelle et sociale ainsi que tous les jeux d'interprétation et d'évaluation de ces données. Même si les données et leurs interprétations sont forcément supportées par des entités et des processus matériels, leurs significations et leurs valeurs (et c'est ce qui nous importe ici) appartiennent au monde *virtuel*. Car, du point de vue du ciel des idées, les données sont aperçues comme des vecteurs de sens : il s'en échappe une multitude inépuisable de concepts pensés par l'intellect discursif et son activité herméneutique. Or les signifiés, les classes ou les catégories générales, tout comme leurs valeurs⁶² symboliques, *n'ont pas d'adresses spatio-temporelles*. C'est ce monde virtuel des abstractions symboliques que je propose d'adresser⁶³ dans le modèle formel de la sphère sémantique.

60. Sur la notion de paradigmes successifs en histoire des sciences voir l'ouvrage classique de Thomas Kuhn [KUH 1962].

61. Voir par exemple, de Brian Greene, *The Elegant Universe : Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory* [GRE 1999].

62. Valeurs : bien, mal, important, insignifiant, etc.

63. J'emploie ici le verbe adresser au sens informatique de « définir les adresses ».

Qu'on m'entende bien. Une fois de plus, je ne prétends pas que les mondes virtuels et actuels soient séparés. Ils se transforment et se traduisent continuellement l'un dans l'autre et sont fondamentalement *interdépendants* puisqu'ils ne sont jamais - l'un comme l'autre - que des projections ou des créations utiles des milieux d'expériences personnelles des humains qui doivent coordonner leurs activités pratiques et leurs traitements sémantiques. Le virtuel et l'actuel ne sont pas deux substances séparées mais deux catégories-limites, deux pôles de la même réalité naturelle qui ne peuvent être distingués que conceptuellement. Corps et esprit sont seulement des catégories que nous utilisons pour organiser notre expérience, non des réalités solides existant indépendamment de nos activités cognitives. Le monde spatio-temporel des corps sensibles ne peut nous apparaître que parce qu'il est toujours déjà organisé par des catégories (distinctions de pôles, de qualités, d'objets...) et le monde intellectuel qui abrite ces catégories n'a de sens et de consistance que par référence à une expérience sensible quelconque, qui renvoie à une réalité corporelle, ou inter-corporelle. Le monde des corps matériels et celui des significations immatérielles doivent donc être saisis dans l'unité d'une *nature informationnelle* qui les connecte par le milieu de l'expérience humaine. Au pôle le plus subtil de la nature, au plus haut du Ciel de la virtualité, se déploie l'espace inépuisable des essences intellectuelles. Au pôle le plus lourdement matériel de la nature, au plus bas de la Terre de l'actualité, s'étend l'immense complexe vibratoire de masse-énergie, le « champ unifié » de la physique d'où émergent les objets et les interactions que nous distinguons dans notre expérience phénoménale. Toute la complexité des processus naturels s'étend *entre* ces deux pôles, entre ces deux espaces-limites, entre l'espace-temps relativiste de la « matière-énergie » et l'immense réseau fractaloïde de la sphère sémantique qu'explore la capacité discursive humaine. Ces deux espaces - qui peuvent être modélisés par des groupes de transformation calculables - ne sont pas eux-mêmes des objets d'expérience sensible mais, je le répète, des abstractions conventionnelles qui permettent la coordination de la multitude d'expériences instantanées que sont les « secondes d'existence humaine ». Selon cette cosmologie, l'unité de la nature possède donc une *structure symbolique*, puisqu'elle *articule* une moitié sensible qui exprime des configurations matérielles et une moitié intelligible qui manifeste des structures de relations sémantiques. Par des processus de traduction multicouche aux complexités fractales, cette vision symbolique de la nature organise la correspondance entre une dynamique phénoménale significative et une dynamique conceptuelle signifiée. L'intelligence collective humaine (le dialogue des milieux d'expérience) engendre et connecte les deux moitiés du symbole naturel : elle plonge « en-bas » dans le pôle de l'interaction matérielle au moyen de son expérience sensible, ancrée dans les corps et, au-delà, dans l'interdépendance biosphérique ; elle rejoint « en-haut » le pôle intelligible de la sphère sémantique par sa capacité collective de manipulation de signes. Entre ces deux pôles, il nous faut penser l'*unité de la nature*, incluant les réseaux indéfiniment ramifiés de circulation d'information entre dimensions, couches et niveaux de complexité.

Amplifiée par les cosmologies de Newton et d'Einstein, la révolution copernicienne a chassé du milieu du monde notre infime planète errante. La Terre qui nous supporte n'est pas le centre absolu de l'espace tridimensionnel. La révolution darwinienne a daté et situé notre espèce sur le grand arbre de l'évolution biologique. L'humanité ne surgit pas dans l'univers dès l'origine des temps et n'était pas visée par le mécanisme évolutif de la biosphère : elle pousse par hasard un petit rameau tardif du buisson généalogique de la vie. Fort bien ! En élargissant nos horizons, la science « de la nature » nous a chassé de la place centrale où les cultures traditionnelles nous avaient établi. Mais l'élargissement des horizons et le décentrement doivent être soigneusement distingués. La première révolution scientifique a libéré nos perspectives parce qu'elle est logiquement rigoureuse, parce qu'elle pratique la modélisation mathématique, parce qu'elle est fondée sur des données d'observation publiques et partageables et surtout parce qu'elle utilise des instruments d'observation, de mémoire et de communication plus puissants que ceux des sociétés d'avant l'imprimerie. Mais je prétends qu'elle ne nous a chassé du centre que parce qu'elle est restée inachevée, limitée à la moitié matérielle du monde. Si la révolution scientifique devait être complétée jusqu'à inclure la complexité foisonnante des traditions et des jeux de la psyché humaine, notre espèce - sous son avatar de conversations créatrices interdépendantes reflétées dans la sphère sémantique - reviendrait peut-être habiter le « milieu » d'un cosmos intégral. Mais il ne s'agirait plus du cosmos immobile et fermé - à jamais disparu - des sociétés traditionnelles. Une science réconciliée avec l'unité de la nature, une seconde révolution scientifique, nous ferait le présent d'un cosmos ouvert, dynamique, créatif, évolutif où la cognition humaine - maîtresse à jamais imparfaite mais néanmoins responsable du grand jeu symbolique - explorerait l'interface active entre la Terre illimitée des configurations phénoménales et le Ciel sans borne des constellations conceptuelles.

Chapitre 3

La cognition symbolique

Après avoir évoqué la nature de l'information dans sa généralité et dans sa structure, je voudrais maintenant revenir sur les processus de codage symbolique qui interfacent le monde phénoménal et le monde sémantique des êtres humains. Je vais donc donner plus d'extension, de détail et de contexte à certaines notions déjà exprimées au chapitre précédent. L'enjeu de ce chapitre est d'établir le plus clairement possible *la spécificité de la cognition humaine par rapport à la cognition animale*, aussi bien du côté des processus de cognition individuelle que des processus émergents de cognition collective. Plutôt qu'un exposé systématique, ce chapitre se présente comme une série de méditations en spirale dans lesquelles les mêmes thèmes sont repris ou approfondis sous des angles différents. La première section circonscrit le champ de la cognition symbolique. La deuxième section définit le type de réflexivité propre à la cognition humaine. La troisième section considère la puissance de la cognition symbolique humaine et notamment sa capacité à générer les phénomènes culturels. La quatrième section insiste sur l'impossibilité de séparer les dimensions phénoménales et conceptuelles de la cognition symbolique. La cinquième section met l'accent sur l'ouverture de la cognition symbolique, sa créativité et la diversité illimitée de ses manifestations. La sixième section clôt ce chapitre sur un inventaire des différences entre les intelligences collectives humaines et animales. Cette section finale opère la transition avec le chapitre suivant (*la conversation créatrice*) qui porte précisément sur l'intelligence collective humaine contemporaine, telle qu'elle est augmentée par le médium numérique.

3.1. Circonscription du champ de la cognition symbolique

3.1.1. Singularité

On sait que l'évolution biologique a inventé l'œil (et la faculté visuelle) plusieurs fois : dans la lignée des vertébrés d'un côté, dans celle des invertébrés de l'autre. Les pieuvres, les abeilles et les singes ont des yeux qui ne dérivent pas tous du même œil initial. En revanche, la cognition symbolique se présente comme un hapax de l'évolution : elle n'a émergé qu'une seule fois, dans la lignée des primates qui ont maîtrisé le feu. Unique dans l'histoire de l'évolution, la cognition symbolique est indissociable d'une capacité réflexive - ou autoréférentielle - de création, d'échange et de transformation de ces opérateurs cognitifs que sont les concepts. Toute cognition implique la catégorisation. Mais seuls les humains représentent leurs opérateurs de catégorisation au moyen de systèmes symboliques et prennent explicitement les symboles pour objets de manipulation et de contemplation.

3.1.2. Dimensions sociales et techniques

En règle générale, les systèmes symboliques sont des dispositifs collectifs produits et transformés à l'échelle des cultures. Leur fonctionnement holistique et leur cohérence ne deviennent apparents que si l'on règle l'objectif intellectuel sur une société ou une institution dans son ensemble. L'exemple canonique reste celui des langues, mais il est clair que les systèmes symboliques musicaux, religieux, politiques, juridiques, économiques, techniques, ludiques et autres relèvent de la même dimension conventionnelle et collective de la cognition. De même que la *mémoire* humaine s'incarne dans une foule de dispositifs environnementaux, techniques et institutionnels¹, les systèmes symboliques peuvent évidemment incorporer des éléments techniques et sociaux qui dépassent la cognition strictement personnelle. Par exemple, au XXI^e siècle, les ordinateurs en réseau externalisent une foule de fonctions de manipulation syntaxiques et d'interconnexion des unités de sens. En outre, les fonctions en question sont assurées par des modules - tant logiciels que matériels - qui sont parfois partagés par des millions de personnes : outils de traitement des nombres, des textes, des images, des sons, moteurs de recherche, dictionnaires et encyclopédies en ligne... Du côté de l'extension sociale des processus cognitifs, si l'on veut voir fonctionner un système symbolique à l'échelle culturelle qui ne soit pas une langue, on peut prendre l'exemple des catégories légales, des règles de droit et des procédures juridiques d'un pays. Les catégories légales correspondent au « dictionnaire » tandis que les règles et procédures tiennent lieu de « grammaire » du système symbolique juridique. L'expérience historique montre que ce type de système symbolique est capable d'organiser un processus de cognition collective fort efficace. La pensée conceptuelle des individus humains est donc presque toujours structurée par des systèmes symboliques qui

1. Voir par exemple, de Geoffrey Bowker, *Memory Practices in the Sciences* [BOW 2005].

leur préexistent et qui les dépassent. On peut considérer que les systèmes cognitifs personnels sont les processeurs associés d'un calcul distribué jouant sur des systèmes symboliques partagés et qui s'opère à l'échelle socio-culturelle d'un collectif mixte techno-biologique.

3.1.3. *La manipulation symbolique dépasse largement la compétence linguistique et la « raison »*

On exprime traditionnellement la différence spécifique de l'humain en disant qu'il est l'animal doué de langage, de raison ou de logos. Mais j'insiste ici sur le fait que la faculté de conceptualisation explicite qui nous distingue des autres espèces ne peut être réduite au seul codage *linguistique* de l'information. Au-delà du langage, ce que les philosophes médiévaux appelaient la « faculté intellectuelle » peut manipuler toutes les formes de codage symbolique propres à l'espèce humaine. Les symboles qui font l'objet des opérations intellectuelles peuvent être iconiques, musicaux, chorégraphiques, mathématiques, techniques, religieux, politiques, économiques², juridiques, culinaires³, vestimentaires⁴, sexuels⁵, érotiques⁶, parentaux⁷, médicaux⁸, etc. C'est dire que notre capacité à manipuler explicitement des catégories n'est pas seulement la condition de possibilité de la parole, elle supporte aussi l'ensemble des institutions culturelles. Ces institutions supposent : a) des systèmes de codage symbolique des objets de l'expérience humaine, b) une exploitation de ce codage symbolique par un traitement techno-social distribué des objets en question. Il est donc entendu que le symbolisme dépasse largement les langues. Par ailleurs, au sein même du codage linguistique, la cognition symbolique n'est pas limitée à la fonction purement logique,

2. Par exemple : systèmes d'écriture et de comptabilité, monnaies, prix, titres de propriété, billets, opérations financières...

3. Les systèmes symboliques culinaires peuvent, par exemple, combiner ou alterner le cru et le cuit ; le chaud et le froid ; le croustillant et le gluant ; les saveurs amères, acides, sucrées et salées, etc. Les gastronomies chinoises, coréennes et japonaises sont particulièrement subtiles à cet égard.

4. Voir, de Roland Barthes, *Le système de la mode* [BAR 1967].

5. Au sens des actes sexuels permis, recommandés ou interdits en fonctions des statuts parentaux, sociaux, juridiques et sexuels des partenaires, ainsi qu'en fonction de leur état de pureté rituelle, du calendrier, etc.

6. L'exemple classique d'une codification traditionnelle des symboles érotiques est le *Kama-Sutra*.

7. Voir notamment, de Claude Lévi-Strauss, *Les structures élémentaires de la parenté* [LEV 1949].

8. Les médecines du monde reposent sur des systèmes symboliques fort différents, qui peuvent mener, par exemple, à des divergences étonnantes jusque dans l'anatomie, comme l'a montré Shigehisa Kuriyama dans : *The Expressiveness of the Body and the Divergence of Greek and Chinese Medicine* [KUR 1999].

déductive, inductive, abductive ou raisonnante en général. Elle inclut l'ensemble des usages effectifs ou possibles des symboles linguistiques, toutes les sortes de « jeux de langage ⁹ », qu'ils soient pratiques¹⁰, poétiques, rhétoriques, ludiques, affectifs ou autres.

3.2. La réflexivité secondaire de la cognition symbolique

3.2.1. La réflexivité primaire de la conscience phénoménale

Certains chercheurs¹¹ font commencer les processus cognitifs au fonctionnement biologique de la cellule ou des organismes végétaux, à cause du caractère autopoïétique et autoréférentiel du vivant en général. Mais on s'accorde généralement pour penser que la cognition « sensible » ou « consciente » ne commence qu'avec les animaux pourvus d'un système nerveux. Les systèmes nerveux interposent des circuits computationnels complexes *entre* la capture sensorielle de l'information (l'excitation des nerfs sensitifs du toucher, des récepteurs de la rétine, des papilles gustatives, etc.) et la commande du mouvement musculaire. Heinz von Foerster a pu dire que le système nerveux travaillait en fait beaucoup plus sur ses propres résultats que sur les données des sens brutes, reçues par les capteurs sensoriels ¹². En effet, dans les organismes animaux les plus perfectionnés, il y a beaucoup plus de neurones qui reçoivent leurs *inputs* de neurones intermédiaires que de neurones alimentés directement par

9. La notion de jeu de langage est une des grandes découvertes de Ludwig Wittgenstein. Après avoir élaboré au début de sa carrière une philosophie visant à normer les usages logiques et descriptifs du langage (dans le *Tractatus logico-philosophicus* [WIT 1921]), Wittgenstein aboutit à la fin de sa vie à une exploration ouverte des grammaires des jeux de langages effectifs. Les usages pratiques des jeux de langages et les relations entre jeux de langages hétérogènes occupent l'avant-scène des *Investigations philosophiques* [WIT 1958]. Du premier au second Wittgenstein, un thème reste néanmoins constant, celui des limites de la faculté intellectuelle portée par le langage, et tout particulièrement celles de ses capacités d'auto-description. Voir notamment les derniers aphorismes du *Tractatus* et de nombreux aphorismes des *Investigations*.

10. Parallèlement à Wittgenstein, Austin, notamment dans *How to Do Things With Words* [AUS 1962] et après lui Searle (par exemple dans *Speech acts* [SEA 1969] et dans *Intentionality* [SEA 1983]), ont bien montré que la description factuelle et le raisonnement logique ne constituaient qu'une des dimensions de l'usage du langage. La dimension « pragmatique » dégagée par ces auteurs concerne moins la vérité que la force pratique plus ou moins contraignante que des règles conventionnelles donnent aux actes d'énonciations comme les promesses, engagements, jugements, etc. Comme le suggère François Rastier (dans « La triade sémiotique, le trivium et la sémantique linguistique » [RAS 1990]) la réflexion sur les usages pragmatiques du langage, au moins dans la tradition occidentale, remonte probablement à la rhétorique antique.

11. En particulier l'école chilienne de philosophie biologique représentée par H. Maturana et F. Varela, voir par exemple *Autopoiesis and cognition* [MAT 1980].

12. Voir *Observing Systems* [FOE 1981].

des capteurs sensoriels. Les qualités sensibles, comme les couleurs, les formes ou les parfums ne sont pas reçues directement du monde extérieur mais bel et bien *calculées* à partir de *patterns* d'excitation des capteurs sensoriels. Il n'y aurait pas de couleurs dans un monde sans yeux, sans nerfs optiques, sans la complexe machine de computation biologique du cerveau, comme il n'y aurait pas de plaisir ou de douleur sans influx nerveux ni émissions et réceptions de messages chimiques divers dans les réseaux écosystémiques interdépendants auxquels participent les organismes animaux.

Le principal effet des calculs neuronaux est la *catégorisation* du sensible, au niveau le plus élémentaire d'abord (plaisir ou douleur, salé ou sucré, rond ou anguleux, bleu ou jaune) puis au niveau de la construction d'objets tels que : proies, prédateurs, partenaires, indices des précédents... Et la perception se colore toujours d'un *affect* (à commencer par l'attraction et la répulsion), que cet affect soit conscient ou inconscient. Basées sur la réception et la production calculée de messages chimiques, les émotions comme la peur, l'agressivité, l'attraction sexuelle et autres viennent infuser tout un éventail d'énergies subjectives dans le monde sensible construit par l'appareil de perception.

Il n'y a pas de phénomènes bruts - d'un côté - et de catégories qui viendraient mettre en forme les phénomènes - d'un autre côté. Expérience phénoménale et catégorisation perceptive-affective sont au contraire deux faces d'un seul et unique processus cognitif. L'expérience phénoménale des animaux est la contrepartie subjective du travail de catégorisation et de coloration affective accompli par leur système nerveux. Émergeant de la boucle sensori-motrice, un flux d'expérience phénoménal entraîne avec lui la distinction d'objets, de qualités ou de pôles d'attraction et de répulsion, qui correspondent forcément à des catégories. Il n'y a pas d'image visuelle - par exemple - sans couleur, contraste lumineux ni contour d'aucune sorte. Au plus court : percevoir, c'est catégoriser. Le processus de catégorisation qui se produit dans la boucle sensori-motrice - et tout particulièrement dans la computation neuronale qui occupe la majeure partie de cette boucle - rend compte à mon sens de la *réflexivité* de la cognition animale. L'animal est « conscient » : c'est dire que son expérience phénoménale brille de l'intérieur, éclairée par une clarté primordiale du sensible : la lumière (non visuelle) de l'expérience catégorisante à tonalité affective. Cette *réflexivité primaire* de la cognition animale est constitutive du monde phénoménal en général.

3.2.2. *La réflexivité secondaire de la conscience discursive*

J'en viens maintenant à la cognition symbolique et à sa *réflexivité secondaire*¹³. Le propre de la cognition symbolique est sa capacité à représenter - et donc à concevoir -

13. Dans son ouvrage *Language and Human Behavior* [BIC 1995], le linguiste Derek Bickerton fournit une excellente analyse de la conscience réflexive humaine basée sur la capacité linguistique.

les catégories organisatrices de l'expérience *au moyen de classes de phénomènes*. Les classes de phénomènes (sonores, visuels ou autres) représentant les catégories sont les *signifiants* et les catégories elles-mêmes sont les *signifiés*. Dans la réflexivité primaire du *sensorium* animal, les catégories sont implicites : elles sont incorporées dans le *modus operandi* des circuits neuronaux. Dans la réflexivité secondaire de l'intellect humain, le monde des catégories devient explicite, il s'échappe des coulisses neuronales et vient peupler la scène phénoménale. Les activités de certaines assemblées de neurones¹⁴, celles qui distinguent les couleurs et stabilisent la catégorie visuelle *rouge*, par exemple, se reflètent bizarrement dans une classe de sons (ou dans une chaîne de caractères visuels) : « rouge » en français. Et cette classe de phénomènes est elle-même reconnue au moyen d'autres dynamiques d'excitation neuronales, si bien que le cerveau devient capable de désigner ses propres activités par l'intermédiaire d'images phénoménales choisies (par la culture) comme instruments d'auto-référence. Le symbole repose donc sur un codage des catégories à deux degrés, qui implique non seulement le système nerveux *au niveau de la catégorisation des phénomènes*, mais également une correspondance conventionnelle - établie par l'intelligence collective de la culture ! - entre signifiants et signifiés *au niveau de la projection des catégories dans les phénomènes*. L'essence du langage est cette représentation du processus de catégorisation dans le monde phénoménal. Grâce au langage humain, le monde des catégories devient objet de cognition et l'activité de connaissance peut donc se réfléchir elle-même. C'est ce processus circulaire que j'appelle la réflexivité secondaire de la cognition symbolique. En somme, étant donné qu'au niveau le plus abstrait « l'observateur » est un système de catégorisation d'un flux de données, la cognition symbolique est intrinsèquement réflexive *parce qu'elle permet l'auto-observation de l'observateur*, c'est-à-dire la cognition d'un système de catégorisation par lui-même. Et cela n'est possible que parce que ce système de catégorisation se projette dans le flux de données qui l'alimente.

3.3. La puissance symbolique et ses manifestations

A l'origine de la réflexivité cognitive humaine, il existe une capacité de manipulation symbolique plus générale que la langue, plus élémentaire que la musique, les mythes, les rites et les techniques. Jacques Derrida¹⁵ a évoqué à cet égard une écriture origininaire de la pensée qui ne serait d'aucune manière une transcription de la parole et dont les marques ne seraient les traces d'aucune présence préalable. On peut aussi relier cette écriture primordiale aux intuitions fondamentales qui sont à l'origine de la

14. Voir de Jean-Pierre Changeux *L'homme neuronal* [CHA 1983].

15. Notamment dans ses trois ouvrages : *La voix et le phénomène*, *L'écriture et la différence* et *De la grammatologie* [DER 1967a, DER 1967b, DER 1967c].

« grammaire universelle » de Chomsky¹⁶ ou au « langage de la pensée » de la tradition philosophique¹⁷, mais sans la limiter à n'être que l'archétype des langues. Telle que je la conçois, cette proto-écriture cognitive serait plutôt la contrepartie objective abstraite de notre capacité générale à disposer des symboles sur une grille quelconque à combiner sur ces symboles des opérations symétriques et réversibles de lecture et d'écriture. Cette capacité universelle abstraite de lecture et d'écriture est une *puissance symbolique* innée, que les chasseurs-cueilleurs des cultures orales ont actualisée bien avant les lettrés des civilisations sribales. On trouve cette même puissance cognitive à la source des trois principaux types de jeux, *sémiotiques*, *sociaux* et *techniques*, qui caractérisent l'humain.

Nous nous distinguons, premièrement, par notre habileté linguistique, narrative, musicale et artistique en général. Nous jouissons de produire, modifier et transmettre des messages. Aucune autre espèce sur la planète ne joue comme nous avec les signes¹⁸. Il n'est pas nécessaire d'insister longuement sur cette évidence.

Deuxièmement, la complexité de nos institutions et de nos relations sociales dépasse largement celle des sociétés de primates. Sans aller jusqu'à détailler la délicate complication des édifices juridiques ou politiques des grandes civilisations, il suffit de penser à l'importance des rituels dans l'immense majorité des cultures et à leur prégnance dans tous les milieux. Dans le rituel, ce sont les personnes, leurs costumes, leurs attitudes, leurs paroles ou leurs chants, leurs actes accomplis collectivement, chacun selon son rôle, qui tiennent lieu de signifiants. L'enseignement confucéen considère l'excellence dans la pratique du rituel (qui inclut non seulement les cérémonies exceptionnelles mais aussi l'ensemble des comportements quotidiens) comme une des finalités de l'éducation du lettré. La piété filiale, la familiarité avec les textes classiques, l'élégance de l'écriture, la justesse du langage et l'aisance dans l'accomplissement des rites relèvent de la même vertu d'humanité¹⁹.

Troisièmement, si l'humain est une espèce technicienne, c'est précisément grâce à sa capacité à traiter une pièce matérielle quelconque comme l'occurrence signifiante d'un système de catégories en relations complexes. La complication du montage dans

16. Voir *Syntactic Structures* [CHO 1957], dans lequel est esquissé le noyau formel de cette « grammaire universelle » et *New Horizons in the Study of Language and Mind* [CHO 2000], dans lequel Chomsky résume ses positions philosophiques sur ce sujet.

17. Voir par exemple *Le discours intérieur: De Platon à Guillaume d'Occam* de Claude Panaccio [PAN 1999]. On retiendra particulièrement la notion de « verbe intérieur » développée par Saint Augustin dans *De La Trinité* [AUG 2002].

18. Voir ce qu'une certaine « pensée française » a produit comme variation sur ce thème. Par exemple Barthes dans *Le système de la mode* [BAR 1967], Beaudrillard dans *Critique d'une économie politique du signe* [BEA 1972] ou Guattari dans *Chaosmose* [GUA 1992].

19. Voir par exemple de Herbert Fingarette, *Confucius, The Secular as Sacred* [FIN 1972] et Anne Chang, *Histoire de la pensée chinoise* [CHA 1997].

un circuit imprimé ou dans un moteur d'avion est du même ordre que celle d'une tragédie en vers, d'une symphonie classique ou du dessin de certains tapis persans. L'ingénierie contemporaine excelle autant que l'architecture sacrée de l'Égypte ancienne ou de l'Inde à produire des structures enchevêtrées et des systèmes de symétries alternées. Dédale, héros grec de la technique, n'est-il pas aussi l'architecte du labyrinthe ? Manier l'arc demande autant d'habileté manuelle que de tenir le pinceau... et la même intuition directe - zen - de la cible. *È cosa mentale*. Dans leurs apologies de la peinture, Léonard de Vinci ou Vasari se débattaient encore sourdement dans la vieille hiérarchie entre les arts mécaniques roturiers, portant sur les choses, et les arts libéraux, nobles, portant sur les signes²⁰. Mais cette inégalité relève plus de la convention sociale datée et située que de l'universel anthropologique. Les mouvements de la scie et de l'archet se ressemblent : tandis que l'un émet des sons musicaux, l'autre sculpte une forme en trois dimensions. Les gestes du musicien ou du menuisier font sens dans des pratiques artisanales aux longues traditions, qui s'insèrent à leur tour dans des ensembles culturels plus vastes. Dans tous les cas, il s'agit de produire ou de manipuler des signifiants : des phénomènes datables et adressables dans le continuum spatio-temporel, mais qui plongent au loin des rhizomes emmêlés dans les mondes virtuels générés par la puissance symbolique, mondes impalpables où se meuvent les significations.

3.4. L'enveloppement réciproque du monde phénoménal et du monde sémantique

Un symbole est classiquement composé de deux parties : une partie signifiante et une partie signifiée. *Les occurrences des parties signifiantes des symboles* nous apparaissent toujours sur un mode phénoménal ou sensori-moteur. Je parle des *occurrences des signifiants* et non pas des *signifiants tout court* parce que les signifiants sont eux-mêmes des *classes* de phénomènes et non des phénomènes datés et situés dans le continuum spatio-temporel. Que l'on pense par exemple aux mots (signifiants), qui n'ont de place que dans le système virtuel de la langue, par opposition aux prononciations de ces mots (occurrences de signifiants), qui surgissent bel et bien dans le continuum spatio-temporel. Les processus de cognition symbolique impliquent toujours ultimement des *classes* d'interactions senties, remémorées, imaginées ou rêvées avec des apparences phénoménales, puisque les concepts doivent être représentés par des signifiants. Les phonèmes du langage, les notes de musique, les caractères d'écriture, les icônes des dispositifs rituels, religieux ou artistiques sont de telles classes de phénomènes. Mais lors des processus cognitifs effectifs, ce sont les *occurrences* des signifiants qui sont non seulement perçues mais également produites, fabriquées, transformées ou déplacées par des gestes, des mouvements corporels, éventuellement au moyen d'outils tels que stylos, pinceaux, instruments de musique... Puisque les

20. Il s'agissait de montrer que la peinture relève des arts libéraux, de la rhétorique, même si elle n'utilise pas les mots.

catégories ou les idées (de nature abstraite) ne peuvent être aperçues, imaginées et manipulées indépendamment de leurs signifiants sensibles, on peut dire que, pour la cognition humaine, le monde intellectuel des catégories est nécessairement enveloppé - mais aussi voilé - par le monde phénoménal.

Je voudrais maintenant montrer que, toujours du point de vue de la cognition humaine, le monde phénoménal est symétriquement enveloppé par le monde de l'intellect où se jouent les relations entre catégories. Remarquons pour commencer que les phénomènes que nous percevons, que nous produisons et sur lesquels nous agissons sont généralement nommés ou étiquetés par nous dans un ou plusieurs systèmes symboliques et notamment dans des langues. Nous *catégorisons* non seulement les êtres et les objets avec qui nous sommes en contact, mais encore leurs relations, les dynamiques de leurs relations et les règles des jeux auxquels obéissent ces dynamiques.

Or dès qu'un phénomène est nommé ou catégorisé de quelque manière que ce soit, il peut être traité comme l'occurrence d'un signifiant, c'est-à-dire manipulé selon les règles syntaxiques, sémantiques et pragmatiques *conventionnelles* propres à des communautés humaines. C'est ainsi qu'une configuration dynamique de phénomènes ne prend sens que sur un terrain de jeu et selon des règles *invisibles*, relevant d'un ordre symbolique. Cet ordre est symbolique parce qu'il dépasse les apparences sensibles du monde phénoménal. Il fait intervenir *en plus* des réseaux de catégories investies de toutes sortes d'énergies affectives selon des règles de mesure et d'évaluation fort variées²¹. C'est ainsi que notre intelligence de la musique traite les sons. Nous combinons et décodons les phonèmes de la langue dans cet esprit : à partir de significations et de relations entre significations dans des situations pratiques. Et notre politesse raffine la chorégraphie des relations sociales selon des motifs signifiants complexes plutôt qu'en se focalisant sur des rapports mécaniques entre corps pesants. Quasiment toutes nos interactions avec les phénomènes sensibles peuvent être pensées sur le mode de la reconnaissance et de la transformation de *configurations signifiantes*.

J'ai commencé par dire que la cognition symbolique a toujours une contrepartie physique et phénoménale, sensori-motrice. On écrit avec les yeux et les mains, on parle avec tout le corps. Mais il faut aussi reconnaître que, symétriquement, l'ensemble des travaux humains, toutes les activités qui s'inscrivent dans un cadre culturel, y compris celles qui semblent purement physiques ou matérielles, manipulent *aussi* des symboles. Nous interagissons de manière symbolique avec le monde phénoménal et nous manipulons des images pour avoir accès à l'univers des concepts.

C'est pourquoi, par exemple, la danse secrète qu'exécutent les chasseurs dans la forêt et dans laquelle interviennent les heures et les vents, les armes et les gestes, les

21. Dans ses *Investigations philosophiques* [WIT 1958], Wittgenstein précise que les « jeux de langage » ne sont pas seulement des phénomènes linguistiques mais bel et bien des *formes de vie*.

animaux et leurs pistes, cette danse possède aussi un caractère symbolique, projeté depuis le fin fond de la préhistoire sur les parois des grottes de Lascaux ou d'Altamira. Et il en est de même des procédures compliquées que suivent les garagistes pour démonter et remonter les moteurs, ou des couturières qui piquent, raccommoient et brodent les vêtements. Dans tous les cas, incluant ce qui semble à première vue une série d'actes utilitaires n'engageant que le monde matériel, les humains interagissent avec des occurrences de signifiants, des images ou des corps qui renvoient à des arrangements complexes de catégories, à des modèles idéaux, à des critères d'évaluation, à des échelles d'intensités affectives, à des règles du jeu, à tout un univers symbolique... Presque toujours, je le répète, nous traitons les corps actuels - y compris nos corps propres - *comme des images signifiantes*. Et cela indépendamment des sens (ouïe, vue, toucher, odorat...) auxquels ces corps apparaissent ou des dynamiques sensorimotrices d'où émerge notre calcul cognitif des corps en question. L'être humain ne peut vivre une expérience (phénoménale) quelconque sans lui donner sens. Ce qui arrive est-il réel ou fictif, vrai ou faux, insignifiant ou important, bon ou mauvais, sûr ou dangereux, triste ou joyeux... et, tout cela, selon quel degré, sur le fond de quel horizon de signification, d'attentes pratiques ou de désirs ? Le jeu *avec* et *entre* les corps phénoménaux est donc inévitablement projeté dans un monde de variables, d'opérations et de relations possibles *qui n'est pas* celui des choses matérielles dans l'espace tridimensionnel mais celui de systèmes symboliques conventionnels. La cognition symbolique humaine se présente comme un opérateur étrange qui connecte et enveloppe réciproquement les idées et les phénomènes. Or cette boucle passe aussi entre les individus puisque les systèmes symboliques sont aménagés par la culture et que les phénomènes que nous expérimentons quotidiennement sont coproduits socialement.

3.5. L'intelligence ouverte de la culture

Le système de catégorisation des animaux est câblé dans des dynamiques de circuits neuronaux et programmé dans des équilibres métastables de concentrations hormonales. Cela n'empêche pas une certaine plasticité, dont témoignent les capacités animales d'apprentissage. Mais il reste que les catégorisations opérées par les systèmes nerveux des organismes non humains sont d'abord codées génétiquement à l'échelle des espèces. Or le codage *symbolique* des catégories ne se décide pas au niveau de l'espèce humaine mais dans le cadre de communautés culturelles qui instituent et partagent des systèmes symboliques. C'est la *capacité* de codage et de manipulation symbolique qui a été décidée une fois pour toute au niveau de l'espèce : la capacité linguistique est innée ou naturelle chez l'humain. Mais les codes eux-mêmes sont adoptés par des cultures : les langues, par exemple, sont conventionnelles et variables.

Pour bien saisir la nature de la cognition symbolique, deux points ne doivent jamais être perdus de vue. Premièrement, les symboles (les relations signifiants-signifiés)

n'existent jamais isolément : ils appartiennent à des *ensembles de symboles* qui *font système* : langues, écritures, religions, constitutions politiques, règles économiques et ainsi de suite. Deuxièmement, les utilisateurs de ces systèmes de symboles ne sont - eux non plus - jamais isolés : pour exister en tant que systèmes symboliques effectifs, les langues, écritures, religions, constitutions politiques ou règles économiques doivent fonctionner à *l'échelle de communautés ou de sociétés qui forment des ensembles culturels*.

En tant qu'organismes animaux, nous participons à l'intelligence collective des sociétés de primates que sont les communautés humaines. Mais en tant que porteurs du *logos* nous participons à des systèmes cognitifs culturels beaucoup plus complexes que ceux des sociétés de bonobos ou de gorilles. Eu égard à la cognition symbolique, les bipèdes parlants ne représentent pas des systèmes cognitifs autarciques mais plutôt des processeurs interconnectés qui effectuent - avec une marge d'autonomie réelle mais limitée - les computations culturelles de systèmes cognitifs collectifs de type émergent. Ces intelligences collectives émergentes fabriquent le tissu culturel d'abord parce qu'elles interfacent et articulent tant bien que mal *plusieurs* langages et règles symboliques et ensuite parce que - ce faisant - elles *coordonnent* les activités de traitement symbolique des individus. C'est ainsi que les institutions humaines, au sens le plus large du terme, peuvent fonctionner.

Même si les animaux supérieurs sont capables d'apprendre, la cognition présymbolique des membres d'une espèce animale quelconque se meut en général dans un cercle fermé : celui des catégories câblées dans son système nerveux. En revanche, la cognition symbolique ouvre une capacité générale de faire fonctionner à peu près n'importe quel assemblage durable de systèmes de catégorisation. Grâce à sa capacité à traiter les symboles, le cerveau humain fonctionne un peu comme une « machine universelle » qui peut interpréter et exécuter les instructions d'un très grand nombre de systèmes de catégorisation, ce dont témoigne notamment la grande diversité des langues, des systèmes musicaux, des genres littéraires, des rituels religieux ou des technologies mises en œuvre dans l'histoire de notre espèce. De plus, à l'échelle des sociétés humaines, le traitement des données est effectué par des intelligences collectives équipées d'appareils d'enregistrement, de communication et de calcul qui *augmentent nos capacités proprement biologiques à catégoriser l'expérience et à manipuler les symboles*. C'est dire que la cognition humaine n'est *a priori* limitée ni dans la variété des systèmes de catégorisation et des règles de manipulations de symboles qu'elle peut mettre en œuvre, ni dans la puissance de mémoire et de traitement de son intelligence réflexive.

3.6. Différences entre l'intelligence collective animale et l'intelligence collective humaine

Les premiers scientifiques à avoir étudié l'intelligence collective sont les éthologues, ceux qui observent et modélisent le comportement des animaux. Ils nous ont appris que, même si les capacités cognitives des fourmis ou des abeilles individuelles sont assez limitées, les fourmilières ou les ruches, en revanche, lorsqu'on les considère comme des « tous » ou des « super-organismes », sont capables de résoudre des problèmes complexes de façon coordonnée²². La composition ou l'agrégation de nombreux comportements individuels simples peut avoir pour résultat un comportement social complexe et subtil qui dépasse l'entendement des individus. L'intelligence collective n'existe pas seulement dans les sociétés d'insectes mais également dans les bancs de poissons, les vols d'oiseaux, les troupes d'herbivores, les hordes de loups ou les bandes de singes. En général, le fait de vivre en sociétés dont les individus communiquent et coopèrent est un avantage compétitif pour un grand nombre d'espèces animales.

L'humanité est une espèce hautement sociale et, à ce titre, elle manifeste des propriétés d'intelligence collective exactement comme les autres espèces de primates sociaux. Avant de clore ce chapitre sur la cognition symbolique et comme pour le résumer, je voudrais maintenant souligner les principales *différences* entre les intelligences collectives humaine et animale²³. L'enjeu scientifique est le suivant : l'utilisation de modèles d'intelligence collective animale est-elle suffisante pour rendre compte de la cognition symbolique dans des contextes culturels ? Je pense que non.

La racine des différences entre les deux formes de cognition émergente est la capacité biologique innée des individus humains à *manipuler des symboles*, que ces symboles soient linguistiques, iconiques, musicaux ou autres. De nouveau : il faut bien distinguer communication et puissance symbolique. Beaucoup de mammifères ou d'oiseaux de la même espèce, par exemple, sont capables de communiquer entre eux pour se signaler des sources de nourriture ou l'arrivée de prédateurs. Il est clair également que les mammifères, en particulier, sont habiles à communiquer leurs émotions : agressivité, peur, joie, désir d'accouplement... La communication peut même être suffisamment élaborée pour englober la métacommunication, par exemple dans les activités ludiques²⁴. Mais tout cela ne fait des animaux ni des manipulateurs de

22. Voir les travaux classiques de Edward Wilson *The Insect Societies* [WIL 1971] et *Sociobiology : The new Synthesis* [WIL 1975]. Voir aussi les travaux plus récents de Bonnabeau et Théraulaz tels que *Intelligence collective* [BON 1994] et *Swarm intelligence* [BON 1999].

23. Par le terme « animal » j'entends désormais *l'animal non humain*, bien qu'en toute rigueur les humains soient évidemment aussi des animaux.

24. Ce point a notamment été souligné par Gregory Bateson dans *Steps to an Ecology of Mind* [BAT 1972].

symboles, ni des maîtres du langage. Parce qu'ils ne possèdent pas la puissance symbolique qui distingue les humains, les animaux ne peuvent ni poser des questions, ni raconter des histoires, ni dialoguer. Bien qu'un petit nombre d'éthologues considèrent que certaines sociétés animales aient une « culture », c'est-à-dire une certaine capacité de transmettre des comportements inventés ou appris, il est clair que rien d'équivalent à l'histoire des techniques, de la musique ou des formes politiques (par exemple) n'existe dans le règne animal, et notamment pas à l'intérieur d'une même espèce. Contrastant avec l'histoire culturelle (donc humaine) de l'architecture, les castors construisent toujours leurs huttes lacustres de la même manière depuis qu'il y a des castors. Du point de vue qui nous intéresse ici, deux différences essentielles distinguent donc les intelligences collectives animale et humaine.

La première différence est que l'individu humain a non seulement des capacités remarquables de résolution de problèmes mais aussi et surtout, comme on l'a vu plus haut, *une conscience réflexive*, qui lui est conférée par la pensée discursive, que le discours qui sous-tend sa pensée soit intérieur ou dialogué²⁵. Les organismes animaux sont certes eux aussi « conscients » au sens où leurs organismes supportent une expérience subjective, et notamment des perceptions, des sensations de plaisir et de douleur, des émotions, etc. Mais ils n'ont pas de réflexion autonome sur leurs propres comportements. Ils ne pensent pas discursivement à ce qu'ils font avant, pendant et après leurs actes pour la bonne raison que, privés de langage²⁶, ils n'ont tout simplement aucun moyen d'entretenir une quelconque pensée rationnelle. Ils ne se figurent pas eux-mêmes dans le miroir de leur propre discours. Il ne faut donc pas se représenter l'intelligence collective humaine, à l'instar de l'intelligence collective animale, émergeant de l'interaction de comportements irréflechis, dépourvus de la marge d'autonomie conférée par la pensée discursive. Non, chez l'humain, un seuil a été franchi. Car l'intelligence collective humaine agrège, articule et compose des processus cognitifs individuels radicalement plus complexes et singuliers que ceux de l'intelligence collective animale, des processus cognitifs qui sont en quelque sorte éclairés de l'intérieur par la raison discursive²⁷.

La seconde différence est que l'intelligence collective humaine se déploie, d'une génération à l'autre, dans le cours d'une histoire ou d'une *évolution culturelle*. Par exemple, l'histoire des procédés matériels de production et de transformation montre

25. Pour le grand psychologue russe Lev Vygotsky, le développement du discours intérieur (et donc la pensée), résulte d'une internalisation du dialogue. Voir *Pensée et langage* [VYG 1934].

26. Cette privation n'est d'ailleurs évidemment pas un « défaut ». Les animaux, y compris leurs divers styles cognitifs, sont tous parfaits dans leur genre.

27. Certes, cette raison peut être malade, perverse, souvent saturée de pulsions inconscientes, conditionnée par des structures somatiques ou culturelles qui la dépassent... Mais rien de tout cela n'empêche la raison d'exister et de rester, malgré tout, unique à l'humanité.

sur le long terme une augmentation du pouvoir de l'espèce humaine sur son environnement. Une fois que la poterie ou la métallurgie sont inventées, ces procédés sont transmis, perfectionnés et viennent s'ajouter aux acquis précédents de l'histoire des techniques. Il en est de même des médias de communication ou des systèmes de signes comme, par exemple, l'écriture ou la monnaie. En général, les inventions qui augmentent durablement la puissance des sociétés qui les utilisent sont conservées, qu'elles concernent des procédés matériels ou des institutions symboliques. Contrairement à l'intelligence collective animale, l'intelligence collective humaine apprend non seulement à l'échelle d'une génération dans le temps ou d'une société dans l'espace, mais également à l'échelle spatio-temporelle beaucoup plus vaste de l'espèce humaine dans son ensemble.

Chapitre 4

La conversation créatrice

L'enjeu de ce chapitre est d'explorer le fonctionnement et les perfectionnements possibles de la conversation créatrice d'où émerge l'intelligence collective humaine, et cela tout particulièrement dans le nouvel environnement de communication à support numérique. La conversation créatrice est le moteur fondamental des communautés de savoir, c'est-à-dire des communautés considérées sous l'angle de leur fonctionnement cognitif. La première grande idée défendue dans ce chapitre est l'inséparabilité de l'intelligence collective et de l'intelligence personnelle. Cette idée se traduit sur un plan pratique en interdépendance dialectique de la gestion sociale et de la gestion personnelle des connaissances. Deuxièmement, je souligne dans ce chapitre le rôle croissant de la conversation créatrice dans l'explicitation, l'accumulation et l'organisation des connaissances au sein des mémoires partagées des communautés de savoir. Le chapitre se conclut sur une troisième idée-force : les conditions techniques et sociales de la construction collaborative de la mémoire sur le Web nous obligent à repenser radicalement les manières traditionnelles d'organiser l'archive. La mémoire d'outre-Web appelle un nouveau support symbolique de la conversation créatrice, une sphère sémantique ouverte, universelle, démocratique et computable.

4.1. Au-delà de la « bêtise collective »

Depuis que j'ai publié mon livre sur *L'intelligence collective* en 1994¹, j'ai rencontré continuellement l'objection ultra-classique (et, à mon avis, faible) selon laquelle ce seraient les individus humains qui seraient intelligents, tandis que les groupes, les collectivités plus ou moins organisées et plus encore les foules seraient la plupart du

1. Voir [LVY 1994b].

temps stupides. De quoi parle-t-on ? L'expression « intelligence collective » peut avoir beaucoup de sens différents, mais tous ces sens sont plus ou moins liés à la conjonction de deux notions : la cognition (« l'intelligence ») et la société ou la communauté (« collective »). La cognition est ici très classiquement l'activité de percevoir, de se souvenir, de résoudre des problèmes, d'apprendre, etc. « L'intelligence collective » réfère donc aux capacités cognitives d'une société, d'une communauté ou d'une collection d'individus. Cette cognition collective peut être considérée selon les deux aspects complémentaires de la dialectique entre l'individu et la société. D'une part l'individu *hérite* et bénéficie des connaissances, des institutions et des outils accumulés par la société où il s'insère. D'autre part, des processus distribués de résolution de problème, de décision ou d'accumulation de connaissances *émergent* de conversations et plus généralement d'interactions symboliques entre individus.

Du côté de l'intelligence héritée, il faut remarquer que les capacités cognitives individuelles reposent presque toutes sur l'utilisation d'outils symboliques (langues, écritures, institutions sociales diverses) ou matériels (instruments de mesure, d'observation, de calcul, véhicules et réseaux de transports, etc.) que l'individu n'a pas inventés lui-même mais qui lui ont été transmis ou enseignés par la culture ambiante. J'ai suffisamment insisté sur tout cela dans le chapitre précédent. La plupart des connaissances mises en œuvre par ceux qui prétendent que l'intelligence est purement individuelle *leur viennent des autres*, via des institutions sociales comme la famille, l'école ou les médias, et ces connaissances n'auraient pu s'accumuler et se perfectionner sans de longues chaînes de transmission intergénérationnelles.

Du côté de la cognition émergente, il faut remarquer que les sociétés contemporaines les plus avancées reposent sur des institutions dont le principal moteur est précisément l'intelligence collective sous sa forme de *conversation réglée* : on peut notamment citer la démocratie, le marché et la science.

Les principes de la *démocratie* ne garantissent pas que des dirigeants ineptes ou corrompus ne soient jamais élus, ni que des orientations extrémistes ou violentes ne puissent jamais être adoptées par la majorité d'une population. Il se trouve seulement que le suffrage universel, le pluralisme politique, l'équilibre des pouvoirs, la liberté d'expression pour tous et le respect des droits de l'homme en général (et des minorités en particulier) sont plus favorables à la paix civile et au développement humain que les dictatures ou les régimes dominés par un groupe fermé de privilégiés ou par un seul parti. Dans la démocratie, l'intelligence collaborative ne vient pas tant du fait que la majorité impose sa volonté mais plutôt de ce que les décisions des électeurs ou des

membres des divers parlements sont précédées par une *délibération* ouverte au cours de laquelle des discours différents peuvent s'exprimer et se répondre ².

L'existence d'un *libre marché régulé par le droit* ne préviendra sans doute jamais les crises économiques ou les inégalités de revenu. Mais l'expérience historique montre que les économies planifiées dans lesquelles un petit nombre de bureaucrates décident des orientations de la production et fixent les prix sont beaucoup moins efficaces que les économies de marché dans lesquelles l'ensemble des producteurs et des consommateurs contribuent - tant bien que mal et avec toutes les distorsions que l'on voudra - à la définition des prix et aux variations de la production et de la consommation ³. Ici, la conversation créatrice est idéalement une *négociation* économique informée des réalités et respectueuse des lois. Je précise afin d'éviter tout malentendu que cette perspective est évidemment ouverte aux interventions gouvernementales visant à rendre les marchés plus dynamiques et mieux orientés vers le développement humain, notamment grâce à la construction d'infrastructures, grâce à la création de circonstances favorables à l'éducation et à la recherche ou grâce à la mise en place de programmes d'aide sociale.

Finalement, la *communauté scientifique* est régie par des principes d'intelligence collective comme l'évaluation par les pairs, la lecture et la citation des collègues, la reproductibilité des observations et le partage des données. Tous ces principes ne protègent ni de la médiocrité répétitive, ni des erreurs ou des théories « fausses ». Mais la conversation à la fois collaborative et compétitive de la communauté scientifique est évidemment préférable, pour le progrès des connaissances, aux arguments d'autorité ou aux institutions hiérarchiques, dogmatiques et opaques dotés de pouvoirs inquisitoriaux.

Plus récemment, les succès du mouvement du *logiciel libre*, fondé sur la libre collaboration mondiale des programmeurs, et de l'encyclopédie multilingue en ligne *Wikipedia*, dans laquelle auteurs, lecteurs et éditeurs échangent leurs rôles au service

2. Sur la manière dont la nouvelle médiasphère numérique peut enrichir le processus démocratique, et notamment la délibération publique, voir mes deux ouvrages : *L'intelligence collective* [LVY 1994b] et *Cyberdémocratie* [LVY 2002].

3. Voir *The Wisdom of the Crowds*, de James Surowiecki [SUR 2004] pour une récente mise au point à ce sujet. Voir aussi, de Friedrich Hayek, « Economics and Knowledge » [HAY 1937] et *Law, Legislation and Liberty* [HAY 1979]. Hayek fut l'un des premiers à théoriser explicitement l'émergence d'un *ordre spontané* à partir de l'interaction entre des intelligences personnelles responsables. Cet ordre spontané n'est évidemment « parfait » pour personne en particulier mais se trouve la plupart du temps meilleur qu'un ordre planifié par un petit groupe de dirigeants parce qu'il incorpore une connaissance distribuée plus précise, plus riche et plus variée de la complexité des situations réelles. J'ai moi-même abordé le thème de la coopération compétitive en économie et ailleurs dans mon ouvrage *World Philosophie* [LVY 2000].

de la diffusion des connaissances, ont fourni d'éclatants exemples du pouvoir de l'intelligence collective émergeant d'une conversation créatrice civilisée.

Ainsi, l'ironie facile sur la bêtise collective (qui est évidemment toujours la bêtise des « autres ») échoue à reconnaître tout ce que nos lumières personnelles doivent à la tradition et ce que nos institutions les plus puissantes et les plus utiles doivent à notre capacité à penser et décider ensemble. Est-il besoin d'ajouter que mon insistance sur la dimension collective de l'intelligence humaine n'implique aucune abdication de la pensée critique ou de l'originalité individuelle ? L'intelligence collective dont je défends ici le concept est à l'opposé du conformisme ou de l'uniformisation stérilisante. Reconnaître pleinement ce que nous devons aux traditions ou aux communautés auxquelles nous participons implique précisément l'obligation morale d'enrichir en retour le bien commun par un effort de création originale et pertinente. L'intelligence collective n'est féconde qu'en articulant ou en coordonnant les singularités, en facilitant les dialogues, et non pas en nivelant les différences ou en faisant taire les dissidents. Finalement - faut-il le rappeler ? - aucune connaissance commune ne peut être créée, accumulée ni transmise sans effort *personnel* d'apprentissage.

4.2. L'explicitation réflexive et le partage des savoirs

4.2.1. *Gestion personnelle et gestion sociale des connaissances*

4.2.1.1. *Introduction à la gestion des connaissances*

La plupart d'entre nous ne vivent plus, comme nos ancêtres, dans une seule tribu. La vie sociale contemporaine nous fait généralement participer à une multitude de communautés dont chacune entretient une tradition culturelle ou un écosystème de savoirs différent. Membres d'une famille, locuteurs d'une langue, citoyens d'une ville ou d'une nation, fidèles d'une religion, praticiens d'une discipline, apprentis d'une technique, amateurs ou maîtres d'un art, collaborateurs d'une entreprise ou d'une administration, fans d'une émission de télé ou d'un jeu vidéo⁴, affiliés à mille réseaux, associations et groupes de travail, nous participons à plus d'une communauté culturelle. *Si nous considérons ces communautés sous un angle cognitif*, elles se constituent par un processus autopoïétique de construction, de reproduction et de transformation d'écosystèmes de savoirs. Ce sont des communautés de « travail » dans l'économie de l'information ou, si l'on veut, des entreprises d'apprentissage social. Leurs conversations créatives accumulent, gèrent et filtrent des *mémoires* où se définissent réciproquement identités collectives et identités personnelles, où se répondent capacité

4. Voir notamment, de Henri Jenkins, *Convergence culture* [JEN 2006], qui a bien mis en évidence l'intelligence collective des communautés de fans, qui se déploie notamment dans des conversations créatives en ligne.

d'interprétation réfléchie et capacité d'action informée. Pour chacune de ces communautés, l'entretien et l'exploitation de son capital de savoir, ou la gestion de ses connaissances, constitue donc un enjeu majeur.

Puisque je vais utiliser le terme aujourd'hui classique de « gestion des connaissances » (*knowledge management* ou *KM* en anglais), je voudrais prévenir dès l'abord les malentendus et les faux procès⁵. Il est entendu que les seules choses que l'on puisse « gérer » de manière objective et rationnelle sont les données, et tout particulièrement les données numériques. D'autre part, il est encore possible - mais c'est plus malaisé - de gérer les *conditions* (financières, techniques, sociales, affectives...) d'une conversation créatrice dont les participants vont produire, discuter, expliciter, filtrer et internaliser dans leur pratique une mémoire collective en évolution. Ce second type de gestion est évidemment beaucoup plus subtil que le premier puisqu'il implique les notions délicates de vision partagée, de familiarité relationnelle, de confiance et d'incitation à la créativité. Finalement, la connaissance actuelle ne peut se séparer des *consciencés* où elle se reflète au présent et des *processus d'apprentissage individuels* d'où elle part et où elle revient. Cette dimension subjective de la connaissance ne peut évidemment pas être « gérée » comme une chose ou une situation objective par une quelconque autorité extérieure. Elle relève du for intérieur, c'est-à-dire du *désir* d'apprendre et de partager, du *travail sur soi* des individus ou de la *discipline autonome* des personnes. Cette mise au point ayant été faite, il m'arrivera de parler familièrement de « gestion des connaissances », en suivant l'usage général, comme on dit que le soleil se lève, quoiqu'on sache fort bien que c'est la terre qui tourne.

La question de la gestion des connaissances se complique si l'on s'avise de la vogue contemporaine de la *gestion personnelle des connaissances* (*personal knowledge management* ou *PKM*, en anglais)⁶.

4.2.1.2. *Le cycle de la gestion personnelle des connaissances*

Les individus sont confrontés à des *flux d'information* si variés et si abondants dans le nouvel environnement numérique ubiquitaire - et notamment dans les médias sociaux - qu'ils doivent apprendre à les traiter de manière systématique. Le cycle complet de la gestion personnelle des connaissances peut se décomposer en plusieurs étapes distinctes.

5. Pour un survol général du domaine, voir : Kimiz Dalkir, *Knowledge Management in theory and practice* [DAL 2005].

6. Voir par exemple, de David Pauleen, « Personal knowledge management : putting the 'person' back into the knowledge equation » [PAU 2009]. Il est par ailleurs évident que la gestion personnelle des connaissances n'est pas une invention contemporaine : seuls les conditions et les outils sont nouveaux.

4.2.1.2.1. La gestion de l'attention

L'individu doit d'abord apprendre à maîtriser son attention : il lui faut donc définir ses intérêts, hiérarchiser ses priorités, identifier ses zones de compétences effectives et repérer les savoirs et savoir-faire qu'il veut acquérir. Tout cela ayant été dûment clarifié, le praticien ou la praticienne du PKM doit alors s'exercer à se *concentrer* sur ses objectifs, sans se laisser distraire par la multitude des flux d'informations qui traversent son champ de conscience. Mais cette concentration ne doit cependant pas l'empêcher de rester ouvert, ni de replacer utilement ses objets préférentiels d'attention dans le *contexte global* qui leur donne sens ! Il lui faut aussi être capable d'entrer en relation avec des personnes qui ont d'autres priorités que les siennes. L'équilibre entre ouverture et sélectivité est un exercice délicat que l'on n'a jamais fini de raffiner.

4.2.1.2.2. Le choix des sources

Une fois posées ses priorités, il faut choisir les *sources* des flux d'informations qui vont nous alimenter. Dans les médias sociaux contemporains, ces sources sont principalement des personnes. Il est donc nécessaire de passer du temps à examiner les flux émis par les individus pour choisir ceux qui correspondent le mieux à nos objectifs. Il faut également identifier les institutions, entreprises, centres de recherches, réseaux et organismes de toutes sortes qui proposent les informations les plus pertinentes *pour nous*. Il va sans dire que les choix faits par des personnes qui ont les mêmes intérêts que nous peuvent et doivent nous aiguiller, que ce soit de manière automatique (les systèmes de recommandations collaboratives sont en plein essor) ou manuelle.

4.2.1.2.3. Le rassemblement, le filtrage, la catégorisation et l'enregistrement des flux d'information

Les flux en provenance de toutes les sources identifiées doivent être agrégés ou rassemblés en un lieu unique de manière à pouvoir être filtrés de la manière la plus pratique. Les outils de *recueil* peuvent être les flux RSS de sites ou de blogs choisis, des collaborateurs, experts ou institutions suivis sur Twitter ou d'autres médias sociaux, la participation à des forums en ligne et divers systèmes d'alerte automatique. Le choix des sources était une première forme de filtrage. Mais même le flux en provenance de nos sources préférées doit être grossièrement évalué et catégorisé afin d'éliminer le plus vite possible l'information redondante. L'information qui n'a pas été éliminée doit alors faire l'objet d'une catégorisation explicite (tag, commentaire, nom de la source, etc.). Les tags permettent une catégorisation souple et émergente au moyen d'étiquettes choisies librement par les personnes (*social tagging*) ainsi que la constitution de réseaux de partages de références (notamment parmi les chercheurs). En général, seule une information catégorisée va pouvoir être utilisée par les autres dans la mémoire collective à court terme (de type Twitter ou Facebook) ou bien dans la mémoire collective à long terme (de type YouTube, Flickr, Delicious ou CiteUlike, par exemple) où elle va s'accumuler. Or il est impossible de classer sans avoir de système de classification, que ce système soit implicite et inconscient ou explicite et

délibérément construit. On a tout intérêt à expliciter son propre système de classification, ne serait-ce que pour pouvoir le perfectionner et se fabriquer une mémoire plus fine et plus efficace.

4.2.1.2.4. La synthèse, le partage et la conversation

Une fois l'information filtrée, catégorisée et enregistrée, il faut être capable d'en faire une synthèse critique et créative. Ce n'est qu'ainsi que nous pouvons assimiler l'information et la transformer en connaissance personnelle. Cette synthèse, en principe périodique, peut se faire sur un blog, dans un article, dans le perfectionnement d'une entrée de wiki, dans une vidéo, par l'incorporation dans un programme informatique ou de toute autre manière. Le point essentiel est ici de rendre cette synthèse publique, c'est-à-dire de *l'injecter dans le processus ouvert de la conversation créatrice d'une communauté ou d'un réseau de personnes*. La synthèse créative sera signalée sur les médias sociaux, diffusée par un flux RSS, alimentera un processus de collaboration *open source*, sera rendue accessible par les moteurs de recherches et signalée par des systèmes d'alertes ou de recommandation automatique à partir de l'activité sociale en ligne qu'elle génère. Cette synthèse sera donc nécessairement exposée à la critique et au commentaire d'une communauté de personnes intéressées par les mêmes sujets.

4.2.1.2.5. Le bouclage réflexif de la gestion personnelle des connaissances

En somme, l'individu capte les flux d'information, les rassemble, les catégorise, les filtre, en tire une synthèse, partage cette synthèse avec d'autres puis reparcourt ce cycle de manière créative, en jetant toujours un œil critique sur ses méthodes et ses outils. Il ne s'agit donc pas de se fossiliser dans des réflexes ou de s'attacher aveuglément à des outils. Après avoir reçu un *feed-back* de la conversation créatrice, il faudra périodiquement s'interroger sur ses priorités, redéfinir son contexte, se connecter à de nouvelles sources, en éliminer d'anciennes, perfectionner ses instruments de filtrage et de classification, explorer de nouveaux modes de synthèse, se mêler à d'autres conversations... Ce faisant, les praticiens du PKM s'aident non seulement eux-mêmes mais ils aident également les autres individus auxquels ils sont connectés et qui s'exercent eux aussi à la même discipline.

4.2.1.2.6. Les techniques passent, la fonction cognitive demeure

Il ne faut pas réifier outre mesure les outils qui viennent d'être évoqués et qui ne correspondent qu'aux pratiques les plus avancées de 2010. Il est en effet prévisible que, dans quelques années, de nouveaux outils viendront les remplacer ou bien que des environnements techniques inconnus au moment où j'écris ces lignes - de nouveaux types de navigateurs, par exemple - vont intégrer l'ensemble des aspects du PKM. Quoiqu'il en soit, la nécessité d'une discipline personnelle de la collecte, du filtrage et de la connexion créative (entre informations, entre personnes et entre personnes et flux d'informations) restera longtemps d'actualité. Les techniques passent, la fonction cognitive demeure. Sans nier l'importance des stratégies collectives et des visions

partagées qui les supportent, je crois que *la gestion sociale des connaissances doit être pensée comme un niveau émergent à partir de la conversation créative des PKM*. Une des fonctions les plus importantes de l'enseignement, du primaire aux différents cycles universitaires, sera donc de favoriser chez les étudiants la croissance durable de capacités autonomes de gestion personnelle des connaissances. Et cette gestion personnelle doit être conçue dès l'origine comme le processus élémentaire à partir duquel peuvent émerger les processus distribués d'intelligence collective qui l'alimentent en retour.

4.2.2. *Le rôle de l'explicitation dans la gestion sociale des connaissances*

Faisons l'inventaire du contenu de la mémoire d'une communauté de savoir.

Il s'agit d'abord de l'ensemble des *signifiants* enregistrés et manipulés par la communauté : ce sont les documents en général, textes, images, sons, signes multimodaux, logiciels...

Il faut ensuite considérer les langages ou les structures symboliques qui organisent les *signifiés* et permettent de lire les documents : jargons, classifications, thésaurus, codes, correspondances entre différents systèmes...

Il faut ajouter troisièmement les « machines abstraites ⁷ », les manières de faire, les *règles pragmatiques* selon lesquelles sont activés ou traités les documents, les structures symboliques et les relations entre personnes : méthodes, coutumes, savoir-faire, critères et conventions de toutes sortes, souvent implicites. Ces règles comprennent notamment les méthodes de mesure, d'évaluation et de jugement d'où viennent les données quantifiées ou qualifiées formellement qui sont entreposées dans la mémoire de l'organisation. Seule la maîtrise de ces méthodes permet de connecter les documents à leurs référents.

Il faut enfin considérer un quatrième aspect de l'agencement symbolique d'une communauté de savoir, qui ne situe pas au même niveau logique que les autres et qui assure son bouclage autoréférentiel. Je pense ici à la réification réflexive, au travail de modélisation de soi qui permet à la communauté de se représenter à elle-même de manière synthétique ses propres processus cognitifs émergents. On peut dire que l'un des buts de la gestion des connaissances est de supporter cette modélisation autoréférentielle, de manière à encourager le perfectionnement des processus d'intelligence collective et à faciliter l'identification par les individus de leur propre rôle (et de celui des autres) dans la création et l'entretien des savoirs du groupe auquel ils appartiennent.

7. J'emprunte le terme à Deleuze et Guattari dans *Mille Plateaux* [DEL 1980].

Qu'il s'agisse de produire des documents utiles, de clarifier ou de perfectionner les structures symboliques partagées, de répandre les méthodes et pratiques les plus efficaces, ou de favoriser une prise de conscience individuelle et collective de la cognition émergente de la communauté, on se trouvera presque toujours confronté à un problème *d'explicitation de savoirs et de processus implicites*.

La distinction entre *savoir explicite* et *savoir implicite* fait écho à d'autres oppositions dialectiques du même type comme les contrastes entre connaissance objective et familiarité subjective ou savoir formel et compétence pratique. Je subodore que l'opposition entre connaissance implicite et connaissance explicite réactive dans un nouveau contexte la très ancienne distinction philosophique entre connaissance théorique et connaissance empirique.

Le thème de l'explicitation des connaissances a été particulièrement étudié et mis en valeur par le père de la gestion des connaissances contemporaine, Ikujiro Nonaka⁸. Nonaka a proposé un modèle cyclique de la vie cognitive des organisations. Selon ce modèle, baptisé SECI (Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internalisation) le savoir existe d'abord sous forme *implicite* dans les pratiques individuelles. Ces pratiques sont ensuite socialisées (S) et partagées de manière informelle pour s'incorporer à des cultures organisationnelles. La phase critique de la gestion des connaissances dans les organisations selon Nonaka serait le *passage du savoir implicite au savoir explicite* (E). Cette externalisation s'origine dans une pratique de questionnement et de dialogue qui ne peut s'épanouir que dans une atmosphère de confiance. Elle consiste essentiellement à représenter sous forme de documents écrits, de logiciels ou de bases de données la plus grande partie possible des pratiques informelles et de la culture ambiante. L'explicitation du savoir a plusieurs avantages : elle permet de *décontextualiser* et donc de distribuer et de partager l'information à grande échelle, d'examiner de manière critique l'état des savoirs et même éventuellement d'automatiser leur mise en œuvre. L'externalisation des savoirs prend la forme de concepts explicites, de classifications ou d'ontologies (informatiques), de documents méthodologiques, de règles, d'algorithmes ou de programmes. Le savoir une fois formalisé en concepts et en règles peut être distribué dans le système d'information de l'entreprise, combiné (C) et appliqué - éventuellement de manière automatique - aux flux de données qui indiquent l'état interne ou l'environnement de l'organisation. L'effort d'apprentissage personnel n'est pas oublié puisque, en fin de compte, les résultats des phases d'explicitation et de combinaison doivent être *intégrés* ou internalisés (I) par les collaborateurs afin d'être mis en œuvre, testés et peut-être transformés dans la pratique, ce qui donnera lieu à un nouveau cycle de socialisation, de questionnement, de dialogue, de formalisation, de

8. L'ouvrage fondateur, déjà cité dans l'introduction de ce livre est : *The Knowledge-creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation* [NON 1995]. On consultera également *Enabling knowledge creation : how to unlock the mystery of tacit knowledge and release the power of innovation* [NON 2000].

recombinaison et ainsi de suite. Le savoir de l'organisation *est* le cycle de vie qui vient d'être brossé à grands traits, et non pas l'une ou l'autre de ses phases artificiellement isolée. Ce modèle propose un cadre conceptuel général dans lequel l'organisation peut se représenter à elle-même son propre fonctionnement cognitif.

Le modèle SECI a été mis au point à une époque où l'Internet existait déjà mais où le Web était à peine naissant et les médias sociaux encore inconnus, sauf de quelques pionniers des communautés virtuelles. Comme je l'ai suggéré plus haut, la vision que l'on a aujourd'hui de la gestion des connaissances fait beaucoup plus appel à des réseaux d'apprentissage collaboratif basés sur l'usage des médias sociaux que sur l'administration de systèmes d'information centraux maîtrisés par des spécialistes. Il s'agit de promouvoir les cultures organisationnelles et les environnements techniques qui favorisent la transparence et la réorganisation souple de réseaux de compétences et la création collaborative en continu de connaissances immédiatement utilisables. Mais il reste que cette dialectique de la socialisation, de l'explicitation, de la combinaison et de l'intégration pratique reste pertinente pour comprendre le fonctionnement durable d'une conversation créatrice de connaissance.

La discipline émergente de la gestion des connaissances nous a appris qu'il ne peut y avoir d'exploitation systématique du capital de connaissance d'une communauté sans aucune modélisation explicite de son propre fonctionnement intellectuel et social. Les trois commentaires qui suivent éclairent les principaux rapports qui unissent - selon moi - les communautés de savoir qui s'assemblent autour d'une mémoire commune d'une part, et les modèles qui explicitent son fonctionnement d'autre part.

Le premier point sur lequel je voudrais insister ici est qu'il ne faut pas confondre un capital de connaissances avec sa modélisation explicite. La carte n'est pas le territoire ⁹. Un code de loi n'embrasse pas le vivant système des mœurs d'une nation. Un dictionnaire et une grammaire de l'anglais ne forment qu'un arrêt sur image partiel d'une langue en évolution multiforme parlée par une population de locuteurs dispersée sur cinq continents. Un modèle explicite est *moins* que le vivant capital de savoir à qui il permet de se réfléchir et de se propager. Il représente seulement une abstraction - et j'ajoute : une des abstractions possibles - de cette réalité.

Mon second point est en quelque sorte le complémentaire du premier : il n'y a pas de modèle qui ne coproduise la réalité qu'il modélise. La carte fait surgir un territoire là où il n'y avait que des expériences de mouvements et des mémoires de trajets ¹⁰.

9. Voir, de Alfred Korzybski, *Science and sanity, An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics* [KOR 1933].

10. Voir sur ce point, de Bruno Latour, « Les vues de l'esprit, une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques » [LAT 1985].

Par sa force perlocutoire ¹¹, le code de lois transforme les mœurs d'une nation. Les dictionnaires et les grammaires influencent les apprentissages scolaires et les pratiques lettrées des langues ¹². Le modèle est un *facteur* de la réalité qu'il explicite.

Troisièmement, les types de support technique ou de média empruntés par la modélisation réflexive des savoirs déterminent en profondeur les identités de leurs référents. Les vieux portulans manuscrits des marins du moyen âge, les cartes imprimées selon la projection géométrique de Mercator, les cartographies dynamiques en ligne qui mêlent GPS, images satellites, vertigineux *zoom in* et *out* sur l'écran d'un portable ou d'une tablette électronique structurent différemment les rapports à l'espace et au voyage. Un savoir qui se réfléchit et se transmet par des récits chantés n'a pas la même saveur qu'un savoir qui se formalise logiquement par écrit. Et si ce savoir est représenté par une base de données accessible en ligne et par des programmes informatiques qui automatisent des raisonnements, nous avons affaire à un troisième cas de figure, encore différent. Le *médium* du modèle articule non seulement le modèle lui-même, mais encore le processus cognitif distribué qui se trouve modélisé ¹³.

Pour reproduire, perfectionner et faire croître sa mémoire commune, une entreprise quelconque d'apprentissage social doit disposer d'une méthode de modélisation explicite des cycles d'opérations cognitives qu'elle accomplit sur des flux de données. Elle doit se fabriquer une image (multimédia) des signifiants, des systèmes de concepts et les règles pragmatiques qui interviennent dans ses opérations. Chacun de ses participants doit pouvoir filtrer, retrouver, synthétiser, analyser et commenter les données qui s'accumulent dans sa mémoire technique. Un des principaux effets de l'explicitation des connaissances, on l'a dit, est de permettre leur « distribution » au-delà des contextes géographiques et sociaux où ces connaissances ont émergé. En somme, la connaissance doit être réifiée et médiatisée de sorte qu'elle devienne mieux *partageable*. Ses services peuvent alors bénéficier à une communauté plus vaste que celle (peut-être locale ou limitée) où la connaissance a émergé. Plutôt que leur blocage dans des silos et leur balkanisation au sein de petites communautés fermées sur elles-mêmes, le décroisement, l'échangeabilité et la commensurabilité des savoirs est évidemment un des idéaux affichés de la gestion sociale des connaissances. Un collectif intelligent ou un réseau d'apprentissage collaboratif ne dispose d'une mémoire

11. Sur la notion de force perlocutoire des énoncés performatifs voir de John L. Austin, *How to do Things with Words* [AUS 1962].

12. Ce point a été particulièrement mis en évidence par Sylvain Auroux dans *La Révolution technologique de la grammatisation* [AUR 1994].

13. Le rôle des médias de communication dans la formation des agencements symboliques ne sera pas traité en détail dans ce chapitre. Parmi une énorme masse de travaux académiques sur ce sujet, je me contente de signaler ici les travaux de McLuhan [MAC 1962, MAC 1964] et les miens [LVY 1990, LVY 1994b, LVY 1997].

véritablement *commune* que dans l'exacte mesure où elle est construite et modélisée par la conversation créative de ses membres dans un *médium unificateur*.

4.2.3. *Dialectique de la mémoire et de la conversation créatrice*

Mais avant de creuser plus avant cette question du médium symbolique unificateur de la mémoire - et pour mieux faire sentir son importance au lecteur - je voudrais contribuer à élucider les relations complexes entre mémoire partagée et conversation créatrice. D'où vient, pour commencer, le mot « conversation » ? Tous les dictionnaires étymologiques disent que le verbe « converser » signifie, depuis le XII^e siècle : « vivre ensemble, fréquenter ». Le terme n'a pris le sens de discuter ou d'échanger des paroles qu'au XVII^e siècle. On remarquera cependant que *versare* veut dire en latin : « tourner, retourner, verser... ». Par ailleurs, le préfixe « con- » vient du latin *cum* qui signifie « avec ». C'est pourquoi je propose une première étymologie hypothétique selon laquelle, dans la con-versation, les personnes se *tournent* les unes vers les autres et *échangent périodiquement le sens* des flots discursifs qu'elles s'adressent. Selon ma seconde étymologie hypothétique, la conversation serait un processus de *con-version* du savoir d'un mode *implicite* vers un mode *explicite* et *vice versa*, cette conversion réciproque se faisant « ensemble » (*cum*).

Si je reprends la boussole cosmique qui me sert d'instrument d'orientation depuis le début du chapitre sur la nature de l'information ¹⁴, je dirais que sa zone intertropicale est constituée par des processus de conversation créatrice, son hémisphère Sud par des processus (implicites) de perception et d'action actuels et son hémisphère Nord par une mémoire (explicite) virtuelle et partagée en ligne, soustraite à la fluence du présent immédiat. La conversation créatrice se présente donc comme l'interface active, le milieu originaire ou la source du processus d'individuation de la communauté de savoir ¹⁵. Dans le sens Sud-Nord, elle transforme en mémoire virtuelle partagée le savoir implicite, opaque, immergé dans l'action. Dans le sens Nord-Sud, elle transforme la mémoire commune accumulée en sensori-motricité effective, actuelle.

Quoique les rencontres physiques restent essentielles dans l'établissement de liens de confiance, de plus en plus d'interactions conversationnelles orientées vers l'apprentissage collaboratif ont lieu en ligne, notamment via les médias sociaux. Si j'en juge par mon expérience personnelle sur Twitter, les échanges les plus constructifs consistent en courts messages qui pointent vers une URL contenant des *données multimédias*. Les messages catégorisent ces données par un bref commentaire et/ou par un

14. Voir la section 2.1.

15. Sur la notion d'individuation voir, de Gilbert Simondon, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information* [SIM 1958a].

*hashtag*¹⁶, c'est-à-dire par une étiquette de *métadonnée*. Les *hashtags* servent notamment à rassembler et retrouver sur des moteurs de recherche spécialisés¹⁷ les URL, les fils de discussion ou les commentaires qui concernent le même sujet. L'expérience maintenant de plus en plus répandue de la veille ou de l'apprentissage collaboratif utilisant les médias sociaux permet de saisir sur le vif comment une conversation créatrice construit une mémoire commune et se construit en retour dans le rapport à cette mémoire. Le flot immense des données brutes est filtré et catégorisé par certains participants. D'autres participants confirment¹⁸ ou contestent ces catégorisations, ce qui donne éventuellement lieu à discussion. Les membres évaluent la pertinence et la validité des données filtrées, recommandations de lecture et catégorisations à partir de leur expérience et de leur connaissance d'un domaine de pratique¹⁹. S'ils sont engagés dans une démarche active d'apprentissage, ils vont intégrer les informations ainsi reçues dans leur système personnel de gestion des connaissances, ce qui va en fin de compte transformer leur pratique... et diffuser l'information dans d'autres cercles de conversation. Les données sont donc filtrées, catégorisées et re-catégorisées par une communauté, puis elles sont retrouvées (grâce aux métadonnées) et utilisées dans la pratique par les individus, ce qui transforme leurs capacités personnelles de filtrage et de catégorisation, et le cycle recommence. C'est ainsi qu'un moteur conversationnel accumule (données) et organise (métadonnées) sa mémoire commune. Grâce à l'intégration de la mémoire dans la pratique et l'expérience personnelle, la conversation créatrice transforme les données en connaissances. symétriquement, les savoirs implicites sont transformés en *données* via les entrées de blogs, de wikis, les articles, et en *métadonnées* par l'intermédiaire d'une activité de catégorisation participative.

Le processus de fabrication collaborative de la mémoire commune *favorise les apprentissages individuels* dans la mesure où les individus impliquent leur expérience personnelle dans les conversations (le processus d'explicitation est toujours instructif) et impliquent le résultat des conversations dans la réorganisation de leurs expériences personnelles. Il n'y a pas ici d'apprentissage purement individuel puisque des données sont échangées et mises en commun, puisque l'imposition de métadonnées dans une mémoire partagée suppose un système de métadonnées commun à une communauté,

16. Un *hashtag* est un mot-clé précédé par un dièse - # - par exemple : #PKM pour signaler que le *tweet* (le message et l'URL vers laquelle il pointe) concerne la gestion personnelle des connaissances.

17. Comme Twitter search, Twazzup ou Topsy (en 2010).

18. Une marque de confirmation sur Twitter consiste à *re-tweet* les messages que l'on trouve les plus pertinents, c'est-à-dire à *faire suivre* ces messages à ses propres abonnés.

19. En insistant sur l'importance d'une *pratique partagée* (à divers niveaux d'expertise), qu'il faut combiner à une *communauté de personnes* et à un *thème commun* pour obtenir une conversation créatrice, je rejoins les analyses d'Etienne Wenger sur les communautés de pratique. Voir, de cet auteur : *Communities of Practice : Learning, Meaning, and Identity* [WEN 1998].

et parce qu'une conversation ouverte valide la pertinence de ces métadonnées ou diversifie la catégorisation des données ²⁰. Mais il n'y a pas non plus d'apprentissage purement collectif ou seulement émergent puisque le filtrage pertinent des données et la validité des métadonnées ne reposent en fin de compte que sur l'expérience et le jugement personnel.

On a vu que la conversation créatrice organisait la dialectique des relations entre données et métadonnées. A un premier degré d'élaboration, les données, puisqu'elles sont extériorisées et partageables, relèvent bien entendu de la connaissance explicite. Mais si l'on se concentre uniquement sur une analyse de la mémoire numérique, en faisant abstraction des savoir-faire vivants, alors les données appartiennent plutôt au pôle implicite et opaque tandis que les métadonnées occupent le pôle explicite, générateur de transparence et d'échange. La polarité explicite/implicite, ou virtuel/actuel relève donc plus du motif fractalement répété à divers niveaux d'analyse que de la séparation claire et nette entre domaines de l'être ou de la connaissance. C'est ainsi que, du point de vue de la constitution de la mémoire commune en ligne, les conversations créatrices se livrent à une activité de couture ou d'interfaçage entre l'actualité opaque des flux de données (les phénomènes numérisés, y compris les textes) et le virtuel transparent des métadonnées (qui permettent l'organisation et la recherche des informations).

Comment nommer le lieu propre de cette conversation créatrice qui convertit réciproquement les modes virtuels et actuels du savoir ? Nonaka²¹ a proposé de l'appeler *ba*, suivant certains développements récents de la philosophie au Japon ²². Le *ba* est un « lieu » au sens le plus large du terme, c'est-à-dire qu'il peut être aussi bien matériel qu'institutionnel ou basé sur un médium social à support numérique. Son principal caractère est de *faire communiquer* dans la même unité englobante le monde actuel de l'action pragmatique et le monde virtuel de la discursivité. Du point de vue de la gestion sociale des connaissances, le *ba* est une *condition* de la conversation créatrice nourrissant le cycle de vie de la connaissance d'une collectivité. Mais du point de

20. Contrairement à ce qui se passe, par exemple, dans les bibliothèques classiques, il est toujours possible de catégoriser le même document de plusieurs façons, selon la diversité des points de vue des utilisateurs. Sur la liberté de catégorisation ouverte par les mémoires collaboratives en ligne, voir par exemple, de David Weinberger, *Everything Is Miscellaneous : The Power of the New Digital Disorder* [WEI 2007] et l'article en ligne de Clay Shirky « Ontology is overrated » [SHI 2005].

21. Notamment dans l'article « The concept of Ba : Building foundation for Knowledge Creation », 1998 [NON 1998] et l'ouvrage *Enabling Knowledge Creation* [NON 2000].

22. Voir de K. Nishida, *Fundamental Problems of Philosophy : The world of Action and the Dialectical World* [NIS 1970] et *An inquiry into the Good* [NIS 1990] ; plus particulièrement sur la question de la création d'information : H. Shimizu, « Ba-Principle : New Logic for the Real-time Emergence of Information » [SHI 1995].

vue d'une approche plus émergentiste, on peut dire que le *ba surgit* de la conversation créatrice lorsqu'une communauté réussit à s'individuer (ou à auto-entretenir son processus d'individuation) autour d'une activité de création et de partage de savoir. A mon sens, pour comprendre le *ba*, il convient de ne pas séparer artificiellement les trois types de *ba* partiels qui suivent :

- 1) les environnements physiques habituels : bureaux, classes, lieux de réunion ;
- 2) les divers environnements numériques : certaines communautés s'organisent à *la fois* au moyen de groupes Facebook, LinkedIn ou Ning *et* par l'intermédiaire de *hashtags* et de réseaux d'abonnements sur Twitter *et* par des réseaux d'échanges sur Delicious ou Diigo ;
- 3) les rendez-vous occasionnels, comme les conférences, colloques ou séminaires.

Si tous ces moments, lieux et médias sociaux sont utilisés par le même réseau de personnes ils deviennent les éléments associés d'un unique *ba* supportant son processus de création de connaissance. C'est la conversation créatrice et sa tonalité émotionnelle positive qui unifiera l'ensemble des supports de communication et de rencontre en un *ba* accueillant, et non pas tel médium particulier ou tel élément d'architecture étiqueté *ba* qui créera magiquement une communauté de savoir satisfaisante et productive. En somme, le *ba* est le *milieu associé* de la conversation créatrice et il s'édifie en même temps que s'*individue* la communauté de savoir et que sa mémoire collective croît et s'organise ²³.

Je note pour terminer que l'individuation *collective* d'une communauté de savoir s'accompagne de processus d'individuation cognitive *personnels* de la part de ses membres. Cette individuation cognitive personnelle se trame *horizontalement*, dans les rapports sociaux d'entr'aide et les interactions entre pairs ou bien selon les relations des utilisateurs avec les animateurs de la communauté. En particulier, le type de participation effective de l'individu dans une communauté (plutôt que son statut officiel ou sa place dans un organigramme) va façonner son rôle social d'expert, d'animateur, d'apprenant collaborateur ou d'utilisateur plus passif. Mais l'identité cognitive personnelle se trame aussi *verticalement* dans la mesure où, dans chaque communauté, un individu occupe une *place sémantique* particulière, en fonction de ses zones d'expertise et de ses trajectoires d'apprentissage. Cette place se repère à la trace que laisse l'individu dans son activité de construction et d'utilisation de la mémoire commune. Si chaque communauté de savoir constitue un micro-monde cognitif distinct, il est clair que les *mêmes* zones d'expertise personnelle vont se projeter *différemment* dans telle communauté ou dans telle autre. Il faut noter à ce sujet que les *noms* d'utilisateurs

23. Sur la notion de milieu associé, voir notamment, de Gilbert Simondon, *L'individuation à la lumière des notions de formes et d'information* [SIM 1958a], déjà cité. Les processus d'individuation ont évidemment pour complémentaires des processus de dissolution : les communautés ne sont pas éternelles.

ou de personnes servent souvent de *marqueurs de zone sémantique*. Dans beaucoup de médias sociaux, en effet, l'abonnement au flux en provenance d'un utilisateur particulier peut s'interpréter comme une déclaration d'intérêt pour le sujet dont cet utilisateur s'est fait une spécialité ²⁴.

En somme, la conversation créatrice transforme les savoir-faire implicites personnels et locaux en savoirs explicites codifiés dans une mémoire collective. Cette construction d'une mémoire commune implique un travail distribué de production, de filtrage, de catégorisation et d'évaluation des données. Dans sa dimension d'intégration ou d'apprentissage personnel, la conversation créatrice transforme en retour les savoirs explicités en savoir-faire appliqués localement dans les domaines de pratiques correspondants. Cette transformation cyclique alternée se coordonne dans un milieu associé, le *ba*, qui traverse et unit les dispositifs organisationnels, les lieux physiques et les environnements numériques supportant la conversation. Finalement, la conversation créatrice est la source de processus d'individuation cognitive personnels et collectifs qui déterminent sa consistance et sa durée.

4.3. Le médium symbolique de la conversation créatrice

4.3.1. La question du médium symbolique

L'analyse descriptive qui précède, portant sur la conversation créatrice idéale, pourrait laisser croire que tout va pour le mieux dans le meilleur des mondes numérisés. Mais ce n'est pas le cas. En effet, nous sommes aujourd'hui fort loin de disposer du médium symbolique - et des technologies intellectuelles dérivées de ce médium - qui nous permettraient de tirer le meilleur parti des conversations créatrices distribuées qui accumulent leurs mémoires sur le Web. Le problème est triple. Il tient à la transversalité des personnes par rapport aux communautés, à la transversalité des communautés eu égard aux environnements numériques et à la transversalité des savoirs relativement aux différentes mémoires accumulées par les communautés.

Premièrement, *un seul individu* participe généralement à *plusieurs réseaux sociaux* ou professionnels, à diverses communautés de savoir. Les individus jouent ainsi le rôle de « pollinisateurs » entre plusieurs écosystèmes cognitifs. Or les communautés utilisent des langues, des modes de conceptualisation et des systèmes de métadonnées

24. Etienne Wenger a particulièrement souligné l'importance de la construction des identités dans les communautés de pratique, voir son ouvrage, déjà cité plus haut, sur les communautés de pratiques [WEN 1998]. Mon travail sur les *Arbres de connaissances* [LVY 1992a] a également mis en valeur - et modélisé graphiquement - ce rapport de construction réciproque des identités personnelles et des identités collectives dans les communautés de savoir en ligne.

différents. Le problème vient de ce qu'un système personnel de gestion des connaissances devrait pouvoir automatiquement²⁵ s'alimenter en information et alimenter en retour les mémoires en ligne des communautés de savoir auquel participe l'individu. Or nous sommes aujourd'hui très loin du compte. Non seulement les formats de données de ces mémoires sont souvent incompatibles²⁶ mais leurs systèmes de métadonnées (les organisations conceptuelles ou classifications) le sont plus encore. En outre, de l'avis général, les systèmes de traduction automatique des langues fonctionnent sans doute pour fournir une idée rapide du contenu d'un texte ou du sens d'un mot, mais ils ne peuvent être utilisés sans sérieuse révision humaine pour transférer l'information d'une langue à l'autre de manière fiable - et acceptable en termes de qualité de lecture. De fait, la plupart des internautes français, américains ou brésiliens n'ont aucune idée du contenu de la blogosphère chinoise ou de la twittosphère japonaise, et vice versa.

Deuxièmement, *une seule communauté* de savoirs traverse souvent *plusieurs applications* et environnements numériques. J'ai insisté plus haut sur ce point dans ma discussion sur le *ba*. Par exemple, un groupe-classe de l'enseignement supérieur peut utiliser Delicious, un groupe Facebook *et* Twitter, une communauté de pratique professionnelle peut utiliser un forum LinkedIn, Diigo *et* un réseau de blogs, etc. On retrouve ici les mêmes problèmes que ceux qui viennent d'être évoqués au sujet de la transversalité des personnes. Il faut noter cependant que l'interopérabilité entre différents services supportant les conversations créatrices se développe, grâce à la généralisation des API ouvertes²⁷ et des applications tierces spécialisées dans les transferts de données. Pour donner deux exemples simples, lorsque je poste un message sur Twitter, il est reproduit sur mes flux Facebook, Friendfeed, LinkedIn, etc. De même, lorsque j'enregistre un signet sur Delicious, son URL est signalée dans mes flux sur Friendfeed, Facebook, Plaxo, etc. Mais nous sommes encore loin d'une circulation transparente entre applications de gestion des connaissances en ligne ou de la tombée des barrières entre médias sociaux concurrents, notamment sur le plan sémantique des processus de catégorisation.

25. Cette automatisation *inclut* le filtrage contrôlé par les individus ainsi que le filtrage collaboratif qui sélectionne les informations en fonction de leur pertinence pour un groupe de personnes dont les choix sont similaires.

26. L'adoption croissante de la norme XML et celle, plus difficile, de la norme RDF (ces deux normes étant mises en avant par le *WWW consortium*), ainsi que l'usage d'autres formats d'échange de données comme JSON devraient pouvoir résoudre en principe - avec le temps - l'obstacle de l'incompatibilité des formats de données.

27. API est l'abréviation de *Application Programming Interface*. Ce terme technique désigne une interface utilisable par un programme externe à un service considéré. Ces interfaces facilitent les transferts de données et forment la base d'une interopérabilité entre services.

Troisièmement, il existe évidemment *plusieurs communautés* qui devraient pouvoir *connecter leurs mémoires*, notamment lorsque la totalité ou certaines parties de ces mémoires concernent les mêmes sujets. Mais, de nouveau, le caractère disparate des classifications et systèmes de métadonnées, sans parler de la multiplicité des langues, rend cette connexion, ou même la suggestion de cette connexion, difficilement automatisable.

La gestion des connaissances sur le Web est encore trop *collectivée*, c'est-à-dire en fait balkanisée entre plusieurs services concurrents, plusieurs langues, plusieurs ontologies. Et la situation est souvent bien pire dans les grandes compagnies et les administrations publiques qui ne parviennent pas à faire communiquer leurs bases de données. A part les blogs, peut-être, paradoxalement, la plupart des instruments personnels de gestion des connaissances sont centralisés par des grandes firmes spécialisées dans les médias sociaux et les moteurs de recherche. De même que l'informatique a connu une véritable révolution dans les années 1980 avec la généralisation des ordinateurs personnels, il est possible que la gestion des connaissances connaisse au cours du XXI^e siècle une véritable révolution décentralisatrice en donnant plus de pouvoir et d'autonomie aux personnes et aux groupes auto-organisés. Mais cela ne pourra se faire que par l'adoption d'un *protocole commun* pour l'expression des métadonnées sémantiques qui libérera la conversation créatrice des limites imposées par les grands acteurs centraux du Web ²⁸. Grâce à ce protocole sémantique, fonctionnant comme outil d'explicitation et de modélisation commun, la conversation créatrice pourrait actualiser pleinement toutes ses potentialités transversales : les personnes participant aisément à plusieurs communautés, les communautés utilisant de manière transparente plusieurs applications et les informations s'échangeant et se connectant automatiquement entre les mémoires de diverses communautés. Mais surtout, l'adoption d'un métalangage sémantique commun permettrait d'avancer vers une gestion *sociale* des connaissances qui émergerait sans trop de frictions des pratiques autonomes de gestion *personnelle* des connaissances, et qui fonctionnerait ultimement à leur service. Je reviens ainsi à la question du médium symbolique unificateur sur lequel je terminais la section sur le rôle de l'explicitation dans la gestion des connaissances ²⁹. Car si l'Internet constitue à l'évidence aujourd'hui *le* médium unificateur sur le plan des *techniques* de communication matérielle des messages, nous ne disposons toujours pas de médium *symbolique* ou de langage commun qui nous permette de partager les savoirs sur un mode computable et transparent, et de faire vivre ainsi une conversation créatrice à l'échelle mondiale, avec tous les bénéfices que l'on peut en attendre sur le plan du développement humain. Pourtant, on ne pourra parler en toute rigueur de la

28. Je ne parle pas ici d'un protocole portant sur les *formats* de données ou de métadonnées - ce travail est poursuivi aujourd'hui par le WWW consortium et d'autres organismes de normalisation - mais d'un système symbolique, un *langage* au sens plein du terme, comme IEMML, spécialement conçu pour favoriser les calculs et interconnexions sémantiques.

29. Voir la sous-section 4.2.2.

connaissance explicitée en ligne comme d'un *bien commun*³⁰, effectivement exploitable par tous et chacun, selon les finalités et les points de vue respectifs de toutes les communautés, qu'à la condition de disposer d'un tel médium symbolique.

4.3.2. *L'articulation métalinguistique de la mémoire organisée*

Or la question de l'organisation des informations enregistrées en une mémoire cohérente et utile à ses usagers ne se pose pas d'hier. Elle est en fait aussi ancienne que la bibliothèque. Lorsqu'au XVII^e siècle la multiplication des publications imprimées fait exploser le nombre et la taille des bibliothèques, le problème de leur classement devient particulièrement pressant. Alors, comme je le fais aujourd'hui, les responsables de la mémoire ont répondu à ce problème d'organisation en proposant une *articulation métalinguistique*. Comme il n'est pas bon d'imaginer le futur sans reconnaître le passé dont on hérite, je voudrais retracer à grands traits les principales étapes de la pensée du métalangage documentaire en associant chacune d'entre elles au « grand nom » qui l'a marqué de son empreinte. Il ne s'agit donc pas dans les lignes qui suivent d'une histoire exhaustive des sciences de la documentation mais du simple repérage de quelques-uns de ses paradigmes les plus saillants³¹.

A la fin du XVII^e siècle, le philosophe et mathématicien Leibniz étudie les œuvres écrites par le dominicain cabaliste du XIV^e siècle Ramon Llull sur l'art de produire des propositions vraies de manière mécanique³². Il s'intéresse à l'idéographie et aux hexagrammes du Yi-Jing³³ que les jésuites venaient juste de ramener de Chine. Il explore l'arithmétique binaire et la combinatoire. Il construit la première machine à calculer capable d'exécuter les quatre opérations arithmétiques. Entrecroisant toutes ces directions de pratique et de pensée, il imagine une écriture qu'il nomme *caractéristique universelle* et qui serait capable d'exprimer et de combiner toutes les idées de manière mathématique. Les travaux de Leibniz influenceront fortement les fondateurs de la logique et de l'informatique contemporaine³⁴. Leibniz, qui fut bibliothécaire pendant quarante ans, fut donc confronté professionnellement aux problèmes concrets

30. Je reviendrai plus longuement sur ce thème du bien commun par la suite. Voir la sous-section 6.1.2.

31. Pour un tour d'horizon des principes intellectuels des sciences de la documentation, voir de Elaine Svenonius, *The intellectual Foundation of Information Organization* [SVE 2000].

32. La principale référence concernant les travaux de combinatoire logico-linguistique de Lull est l'*Ars Magna* [LLU 1990].

33. *Yi Jing. Le Livre des Changements*, voir la récente traduction en français de Cyrille Javary et Pierre Faure [YIJ 2002].

34. Sur la pensée de Leibniz, voir notamment : de Gilles Deleuze, *Le Pli - Leibniz et le baroque* [DEL 1988], de Michel Serres, *Le système de Leibniz et ses modèles mathématiques* [SER 1968], de Yvon Belaval, *Leibniz critique de Descartes* [BEL 1960]. Dans l'introduction de son ouvrage *princeps* sur la cybernétique, Norbert Wiener souligne tout ce que la nouvelle

de la gestion des catalogues de plusieurs bibliothèques. Il est sans doute le premier philosophe et scientifique à penser rigoureusement le problème de la classification des connaissances en rapport avec l'organisation des bibliothèques³⁵. Il théorisa notamment la nécessité d'une *couche métalinguistique* distincte des documents mais permettant de s'orienter dans la bibliothèque : abstracts et indexation. Il imagina également l'architecture matérielle idéale d'une bibliothèque reflétant l'organisation des connaissances : une sorte de panoptique du savoir. Un de ses ouvrages tente même de mesurer la taille maximale d'une future bibliothèque universelle de l'humanité³⁶.

Au XIX^e siècle, l'Américain Melvil Dewey crée le *système de classification décimale* qui porte son nom³⁷. La classification décimale est rationnelle et universelle, indépendante des institutions, des langues et des établissements physiques. Progrès par rapport aux systèmes alors en usage - qui attribuaient les livres à des étagères - le système de Dewey propose une classification des connaissances hiérarchique (emboîtement de domaines et de sous-domaines) et exclusive (un document ne peut pas appartenir à deux catégories distinctes). La plupart des systèmes de classification et d'indexation en usage aujourd'hui - y compris le système utilisé par la bibliothèque du congrès des Etats-Unis (*Library of Congress headings*) et le système français RAMEAU³⁸ (lui-même inspiré du *Library of Congress headings*) - dérivent du type de classification hiérarchique créé par Dewey, même s'ils sont à la fois plus souples et plus complexes.

Au XX^e siècle, Le mathématicien indien Ranganathan, un des fondateurs des sciences de la documentation moderne, restructura le métier de bibliothécaire autour des usagers³⁹, plaida pour une sémantique universelle et inventa un système de classification « à facette »⁴⁰. Celui-ci fonctionne sur le principe de l'intersection entre

science de l'information doit à la pensée de Leibniz : pour expliquer un fait, celle-ci part d'une *matrice de possibles* et cherche ensuite à comprendre pourquoi tel possible particulier s'est réalisé plutôt qu'un autre, alors que la pensée cartésienne cherche plutôt des *séquences causales réelles* menant au fait à expliquer. Voir *Cybernetics* [WIE 1948].

35. Voir l'article de Jacques Messier, « Un bibliothécaire parmi les humanistes : Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716) » [MES 2007].

36. Gottfried Wilhelm Leibniz, *De l'horizon de la doctrine humaine*, 1693, [LEI 1693].

37. *A Classification and Subject Index for Cataloguing and Arranging the Books and Pamphlets of a Library*, 1876 [DEW 1876].

38. RAMEAU (*Répertoire d'autorité matière encyclopédique et alphabétique unifié*), est un langage permettant d'*indexer* les collections des bibliothèques publiques.

39. Voir notamment son ouvrage *The five Laws of Library Science* [RAN 1931]. Ces 5 lois sont : 1) Les livres sont faits pour être utilisés ; 2) A chaque lecteur son livre ; 3) A chaque livre son lecteur ; 4) Il faut faire gagner du temps au lecteur ; 5) Une bibliothèque est un organisme en croissance.

40. Voir son premier ouvrage présentant le principe de la classification par facettes : *Colon Classification* [RAN 1933].

catégories – ou sur la composition de « primitives sémantiques » - et permet à un document d'être retrouvé à partir de plusieurs points de vue. Le métalangage créé par Ranganathan (la *colon classification*) a peu été utilisé hors de l'Inde mais le principe de la classification par facettes a été retenu et souvent mis en œuvre sous d'autres formes.

Dès avant la seconde guerre mondiale, le Belge Paul Otlet avait envisagé les problèmes théoriques d'une bibliothèque universelle et de son indexation. Otlet popularisa en Europe l'usage de la microfiche déjà en usage aux USA, créa la *classification décimale universelle* (CDU) qui assouplit celle de Dewey⁴¹ dans le sens d'un langage à facettes et s'engagea dans un projet inachevé de construction d'une mémoire collective de l'humanité au service de la Société des Nations. Dans ses ouvrages *Traité de documentation* (1934)⁴² et *Monde* (1936)⁴³, Otlet conçut un univers intellectuel en réseau, coordonné par un système de classification universel mais en constante reconfiguration selon les liens d'un document à l'autre créés par les utilisateurs. Il s'agit donc de la première formulation élaborée du principe de l'interconnexion hypertextuelle, avant même celles de Vannevar Bush, Douglas Engelbart et Ted Nelson⁴⁴. Paul Otlet a pensé de manière cohérente l'univers documentaire comme un écosystème en croissance et a prévu que les technologies électroniques allaient bientôt (il écrit dans les années 1930 !) rendre l'information ubiquitaire.

4.3.3. Comment la conversation créatrice peut-elle organiser la mémoire numérique ?

Les systèmes de classification et d'indexation qui permettent aux usagers des bibliothèques de trouver les documents qu'ils recherchent fonctionnent bien. Pourquoi ne pas les utiliser sur le Web ? Pourquoi inventer un nouveau métalangage alors qu'il en existe déjà pléthore, et qui ont fait leurs preuves ?

Les formes logicielles de la mémoire sont étroitement dépendantes de leurs supports matériels et techniques. Les méthodes d'indexation et métalangages documentaires élaborés et perfectionnés au cours des XIX^e et XX^e siècles ont été conçus pour

41. La CDU est toujours en usage avec près de 65000 subdivisions voir : <http://www.udcc.org/>

42. Quasiment introuvable mais republié récemment par le Centre de lecture publique de la communauté française de Belgique [OTL 1934].

43. Voir [OTL 1936].

44. Concernant Vannevar Bush, voir « as we may think » [BUS 1945]. Les travaux de Douglas Engelbart au Stanford Research Institute dans les années 1960 ont notamment été documentés par Thierry Bardini dans *Bootstrapping, Coevolution, and the Origins of Personal Computing* [ENG 1962, BAR 2000]. Pour Ted Nelson, on consultera son ouvrage *Literary Machines* [NEL 1980] dont plusieurs versions antérieures ont paru dans les années 1970.

gérer la recherche de documents imprimés ou de médias matériels à l'échelle d'établissements physiques ou, au mieux, de réseaux nationaux d'établissements. L'existence d'un grand nombre de systèmes de classement et d'indexation distincts sur la planète ne posait pas trop de problèmes tant que chaque bibliothèque ou centre de documentation était bel et bien organisé par un système unique. Mais, depuis le début du XXI^e siècle, quasiment toutes les bibliothèques, musées et centres d'archivage numérisent et mettent en ligne non seulement leurs catalogues mais leurs fonds. Il en résulte que la mémoire humaine tend à être rassemblée en un unique médium technique. Dès lors, la disparité nationale et institutionnelle des modes d'indexation et de classification, comme celle des métalangages documentaires, n'est plus tenable à long terme.

C'est une des raisons pour lesquelles la bibliothéconomie et les sciences de la documentation connaissent une remise en question majeure depuis l'apparition publique du World Wide Web vers la fin de 1993⁴⁵. La taille de la mémoire s'est démesurément agrandie : une médiathèque universelle multilingue se profile à l'horizon. Les documents et les liens qui les entretiennent sont en transformation constante, quasi fluides. L'interconnexion générale et l'ubiquité transforment les modes d'interrogation et les pratiques des usagers. Si nous analysons la situation actuelle avec les yeux des générations futures, il est clair que les possibilités de calcul automatique et d'interactivité sont encore largement inexploitées, faute de normes et de métalangages adaptés aux nouvelles conditions.

Pour intégrer la levée de très anciennes servitudes liées - depuis les débuts de l'écriture il y a 5000 ans - à la localisation physique des documents, il faut convoquer une nouvelle pensée de l'archive et de son organisation. En effet, tous les systèmes documentaires et métalangages d'indexation antérieurs au Web étaient obligés d'intégrer l'impératif - éminemment pratique - de la *disposition matérielle* des documents. La nécessité de ranger les supports d'information « quelque part » semblait tellement naturelle qu'elle apparaissait à peine comme une contrainte effective. Et comme y a insisté David Weinberger⁴⁶, ce n'étaient pas seulement les livres, disques et cassettes, mais même les fichiers et catalogues des bibliothèques qui devaient se soumettre à une organisation spatiale tridimensionnelle. Or, depuis l'existence du Web, fort récente à l'échelle de l'évolution culturelle, l'information numérisée se multiplie et se distribue indéfiniment pour un faible coût à tous les nœuds du réseau. Multipliable à volonté ou pointable par hyperliens dans l'environnement numérique ubiquitaire, c'est-à-dire

45. Même si l'idée initiale de Tim Berners-Lee fut publiée dans une note interne du CERN en 1989, il n'y avait que 50 serveurs Web dans le monde en 1991. Ce n'est qu'à partir de la première version de Mosaic par Marc Andreessen en septembre 1993 (qui devint Netscape en 1994) que le Web commença à obtenir le succès mondial que l'on sait.

46. Dans *Everything Is Miscellaneous : The Power of the New Digital Disorder* [WEI 2007], déjà cité.

présente partout, l'archive n'est donc plus *d'abord* adressée dans l'espace physique⁴⁷ mais dans une sphère sémantique impalpable : c'est son sens, ou sa pertinence pour des lecteurs, qui constitue désormais son adresse principale. L'adressage fondamental passe d'un ordre physique (la *cote* des fiches de bibliothèque) à un ordre sémantique. Or cette première mutation en entraîne une autre : la possibilité de varier indéfiniment l'adressage sémantique d'un document selon les points de vue et les usages. Comme je l'ai déjà signalé plus haut et comme le savent d'expérience les acteurs-usagers du Web participatif, il est maintenant possible de structurer et d'indexer le même ensemble de documents de mille manières différentes. Ce ne sont plus seulement des spécialistes de la documentation et des sciences de l'information qui classent les documents en suivant des méthodes bien établies, mais des milliards d'utilisateurs qui peuvent les taguer chacun à sa manière⁴⁸. Cette activité d'indexation, il y a peu exclusivement réservée à des experts, est désormais pratiquée à grande échelle par tout un chacun sur Amazon, Librarything ou YouTube⁴⁹, sur les sites de *social bookmarking*, sur les blogs, sur Twitter et même sur Wikipedia grâce à Faviki. Le résultat de cette activité collective de classification est appelé une *folksonomie* (le mot est construit sur le modèle de *taxonomie*). Certes, les tags des folksonomies sont incohérents à cause des phénomènes de synonymie (plusieurs mots-clés sont utilisés pour désigner le même concept) et d'homonymie (certains mots-clés ont plusieurs sens), sans parler du bruit introduit par les fautes d'orthographe, les pluriels, les abréviations, etc. De plus, les *tags* correspondent à des degrés de généralité très disparates et s'organisent mal en classes et en sous-classes. Enfin, la multiplicité des langues naturelles (dans lesquelles les *tags* sont généralement exprimés) fragmente encore gravement les conversations créatrices qui commencent depuis quelques années à organiser la mémoire mondiale. Mais aussi imparfaites que soient les folksonomies de 2010, elles préfigurent la conversation créatrice du futur, capable de proposer sur la mémoire universelle autant de *points de vue* qu'il existe de communautés humaines et de centres d'intérêts.

Cette perspective permet d'entrevoir l'émergence d'un nouveau type de métalangage, une sorte d'*écriture de deuxième degré*. Cette écriture « méta » n'appose plus - ou plus seulement - des signes sur une page ou même sur un écran, mais *sur des flux de données numériques*. Certes, nous venons de voir que la notion de métalangage documentaire était fort ancienne, mais je parle ici d'un métalangage de nouvelle génération : universel, démocratique et calculable. *Universel*, parce que la mémoire est maintenant mondiale. Contrairement aux métalangages précédents qui étaient tous locaux et centrés sur une seule culture, le nouveau métalangage devra être radicalement

47. Il reste évidemment que des fichiers numériques doivent être situés *quelque part* dans la mémoire physique d'un ou de plusieurs serveurs.

48. Voir par exemple, de Isabella Peters, *Folksonomies : Indexing and Retrieval in the Web 2.0* [PET 2009] et, de Gene Smith, *Tagging : People-powered Metadata for the Social Web*[SMI 2007].

49. Sur YouTube comme support de pratiques culturelles participatives, voir [BUR 2009].

équanime, capable d'exprimer le point de vue de n'importe quelle culture ou tradition⁵⁰. *Démocratique*, parce que sa manipulation ne devra plus être réservée à des spécialistes de l'information, mais ouverte à tous les participants de la conversation créatrice, moyennant des interfaces sensori-motrices et des traductions en langues naturelles. *Calculable*, enfin, parce que tous les métalangages antérieurs ont été conçus avant le médium numérique et son offre quasi illimitée de puissance de calcul. Le nouveau métalangage permettra de catégoriser l'information, de l'évaluer selon différentes règles du jeu et de dessiner en conséquence des chemins de navigation dans l'océan des données⁵¹. La computation sémantique fondée sur le nouveau métalangage ne se limitera pas à des raisonnements automatiques inférant les propriétés d'une classe à partir de son appartenance à une super-classe. Elle sera capable de générer et de régénérer à volonté le graphe fractaloïde hypercomplexe de concepts formels qui enserreront de leur filet régulier la masse énorme des informations. Obéissant aux milliards de mains de la conversation créatrice, cette computation d'un nouveau genre aiguillera les trajectoires d'attention et de valeur dans la sphère sémantique illimitée qui coordonne la bibliothèque de Babel⁵². Pour transformer le déluge d'information en mémoire utile, organisée, porteuse de connaissance, par-delà les barrières des langues, se jouant de

50. A titre d'illustration du caractère étroitement ethnocentrique des métalangages documentaires classiques, voici les dix subdivisions de la catégorie 200 (religion) de la classification décimale de Dewey, une des plus utilisée dans le monde : 200 *Généralités sur les religions* / 210 *Philosophie et théorie de la religion* / 220 *Bible* / 230 *Christianisme. Théologie chrétienne* / 240 *Théologie morale et pratiques chrétiennes* / 250 *Eglises locales et ordres religieux chrétiens* / 260 *Théologie sociale chrétienne. Ecclésiologie* / 270 *Histoire et géographie du christianisme et de l'Eglise* / 280 *Confessions et sectes chrétiennes* / 290 *Autres religions*.

Si l'on voulait encore une autre confirmation de l'ethnocentrisme et du caractère daté de la classification de Dewey, voici les subdivisions de la catégorie 290 (Autres religions) : 291 *Religions comparées* / 292 *Religions classiques (Grecque et Romaine)* / 293 *Religion des anciens Germains* / 294 *Religions d'origine Indienne* / 295 *Zoroastrisme (Mazdéisme, religion Perse)* / 296 *Judaïsme* / 297 *Islam, Babisme et foi Baha'i* / 298 *Religion des Mormons* / 299 *Autres religions*. On remarquera par exemple que le bouddhisme n'est même pas mentionné directement et que la foi Baha'i - pour laquelle j'ai le plus grand respect mais qui compte 7 millions de membres et dont les fidèles sont persécutés dans plusieurs pays musulmans (parce que ce n'est pas une des religions du livre recensées par le Coran), est mise dans la même catégorie et sur le même plan que l'Islam, qui compte plus d'un milliard et demi de fidèles. On trouverait la même absence d'équanimité, la même myopie ethnocentrique et le même caractère daté de la classification dans d'autres domaines de connaissance. Les autres systèmes de classification (y compris le *Library of Congress Headings*, évidemment dépendant de la situation particulière des Etats-Unis), ne sont pas mieux lotis à cet égard. C'est pourquoi, plutôt qu'une classification ou une super-ontologie je propose une *langue formelle de la conversation créatrice* permettant d'exprimer n'importe quel concept et n'importe quelle classification.

51. Vannvar Bush parlait de dessiner des *sentiers (trails)* durables dans le maquis de la future mémoire informatisée [BUS 1945].

52. Voir la fameuse nouvelle de Borges intitulée *La bibliothèque de Babel* [BOR 1944a].

la diversité des cultures, la conversation créatrice qui s'élève du cyberspace a besoin d'un médium symbolique à sa mesure.

Chapitre 5

Pour une mutation épistémologique des sciences de l'homme

Ce chapitre présente la notion de développement humain - au sens large - comme l'un des principaux objets des sciences humaines. Or si le développement humain dépend, même partiellement, du degré de perfectionnement des sciences de l'homme, alors l'augmentation de la capacité de ces sciences à produire, diffuser et gérer efficacement des connaissances devient un enjeu capital ! C'est pourquoi j'analyse dans les pages qui suivent les faiblesses épistémologiques des sciences sociales et des études lettrées contemporaines, par contraste avec la maturité des sciences « de la nature ». Mais loin d'en rester à un constat négatif, je montre que la pleine exploitation des données, de la puissance de calcul et des outils collaboratifs du médium numérique pourrait mener à une véritable révolution scientifique des sciences humaines au XXI^e siècle. Ce but ne pourra cependant être atteint que grâce à l'adoption d'un *système de coordonnées sémantique commun* ouvrant la voie à une meilleure gestion des connaissances et à des théories (voire même des œuvres) exprimables en termes de fonctions calculables. Le chapitre se termine sur une mise en garde contre tout scientisme positiviste qui voudrait objectiver outre mesure les résultats des sciences humaines, même après une telle révolution scientifique, puisque les objets connus sont ici les expressions de sujets connaissants.

5.1. L'enjeu du développement humain

Plusieurs rapports officiels de gouvernements et d'agences internationales ont identifié la révolution numérique, non seulement comme un facteur déstabilisant les sociétés et les cultures, mais aussi comme une *opportunité pour le développement humain*.

Cette approche est préconisée par de nombreux groupes de citoyens, experts, institutions et gouvernements. Dans le prolongement d'une tendance déjà bien affirmée à l'échelle internationale, je propose de mettre systématiquement les nouvelles formes de connaissance et d'action autorisées par le médium numérique au service du développement humain.

5.1.1. *L'éventail du développement humain*

Mais qu'est-ce que le développement humain ? Aujourd'hui, nous entendons généralement par cette expression une amélioration équilibrée et durable des conditions d'existence d'une population. A mon avis, les principaux indicateurs en sont : l'éducation, la santé, la prospérité économique, les droits de l'homme, la bonne gouvernance démocratique, la paix, la sécurité, la transmission des héritages culturels, la recherche scientifique au service de la société, l'innovation technique et institutionnelle, le contrôle des équilibres environnementaux. L'ONU et les agences internationales de développement utilisent de plus en plus le concept de *développement humain intégral*, qui dépasse le simple développement économique. Dans son livre *Development as Freedom*, le Prix Nobel 1998 d'économie¹ Amartya Sen explique que le développement humain ne peut être réduit à la croissance du produit national brut et à l'ouverture des marchés. Il doit aussi prendre en compte tous ces « biens » qui ne sont pas directement inclus dans le circuit monétaire tels que : les valeurs éthiques, esthétiques et sociales, les libertés personnelles et collectives ou la qualité de l'environnement. L'approche d'Amartya Sen insiste sur des éléments qui, bien que qualitatifs et subjectifs, sont essentiels à une existence humaine décente. Nous pouvons élargir encore notre approche du développement humain selon les deux grandes voies parallèles du dialogue des cultures et de la connaissance réflexive de la cognition collective.

Dans le domaine du dialogue interculturel, il s'agit de promouvoir la curiosité, l'ouverture et la compréhension mutuelle afin de dissiper autant que possible l'ignorance, la peur, le mépris et l'agression. L'actualité quotidienne nous indique sans conteste que des progrès peuvent encore être accomplis dans le domaine du dialogue transculturel civilisé ! Toutes les grandes traditions de sagesse, qu'elles soient religieuses ou laïques, peuvent aisément partager cet appel au dialogue courtois et respectueux entre langues, religions, identités nationales, points de vue philosophiques, disciplines, professions et communautés en tous genres.

L'étude de la cognition symbolique distribuée est une seconde voie d'exploration pour le développement humain. En effet, nous avons principalement développé nos sciences et nos techniques pour comprendre et contrôler les corps et les phénomènes

1. Le Prix Nobel d'économie est en fait, le Prix de la Banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel. Voir *Development as Freedom* [SEN 1999].

sensibles. La technoscience augmente notre puissance et notre liberté dans le monde matériel extérieur, ce qui n'est évidemment pas négligeable. Mais, selon le célèbre mot de Rabelais, « science sans conscience n'est que ruine de l'âme ² ». C'est pourquoi nous devrions être capable d'équilibrer notre connaissance de l'univers des phénomènes matériels par une recherche tout aussi assidue et systématique dirigée vers un ordre de réalité différent : celui des sentiments, émotions, pensées et idées qui s'entrelacent dans notre écologie cognitive. En effet, cet ordre de réalités plus « intérieures » conditionne nos comportements et construit sur un mode culturel le monde où nous vivons. La cognition symbolique est évidemment l'objet des *sciences de l'homme*, pris en un sens large qui inclut les arts et les lettres ³.

En somme, la perspective du développement humain en appelle à un effort international commun pour multiplier les opportunités matérielles, sociales, culturelles, intellectuelles et personnelles ouvertes à chaque être humain, et cela de manière durable. Elle vise un dialogue interculturel pacifique. Elle préconise enfin le développement d'un climat émotionnel et cognitif favorable à la croissance de la créativité intellectuelle, esthétique et sociale, comme à l'établissement de standards intellectuels et moraux toujours plus raffinés.

5.1.2. A la recherche de modèles du développement humain

Une des raisons pour lesquelles la perspective du développement humain est beaucoup plus facile à énoncer qu'à mettre en œuvre pourrait bien être un déficit cognitif. En effet, dans un monde que chacun s'accorde à reconnaître complexe et interdépendant à toutes les échelles d'analyse, que signifie « prendre de bonnes décisions » au service du développement humain ? Nos connaissances sont-elles suffisantes pour fonder une pratique cohérente, voire un processus d'apprentissage coopératif à long terme en matière de développement humain ? Est-il envisageable d'élargir la zone de prévisibilité des conséquences collectives de nos actes, malgré le caractère qualitatif, subjectif et contextuel de leur signification ? J'ai mentionné plus haut quelques-uns des indicateurs pertinents pour mesurer le développement humain (éducation, santé, prospérité durable, droits de l'homme, transmission des héritages culturels, recherche scientifique, contrôle des équilibres écosystémiques, etc.). Même un rapide coup d'œil à cette liste suggère qu'il existe probablement de fortes relations causales entre les phénomènes mesurés par ces indicateurs. Pourtant, les indices économiques, les données épidémiologiques, les statistiques sur l'éducation, les rapports sur les droits de

2. « Sapience n'entre point en âme malivole, et science sans conscience n'est que ruine de l'âme. » Rabelais, *Pantagruel*, chp. VIII (1532).

3. Le français « sciences de l'homme » correspond à l'anglais « *Social sciences and Humanities* » ou encore aux matières enseignées dans les facultés des arts et des sciences sociales, sans exclure la communication, les sciences de l'éducation, le droit, etc.

l'homme et ainsi de suite sont généralement collectés avec des méthodes différentes et selon des approches théoriques séparées. Pour mettre un comble à la fragmentation, ces informations sont gérées et utilisées par des ministères et des bureaux distincts de multiples niveaux de gouvernement. Or selon toute vraisemblance, les circuits causaux ne s'interrompent pas aux frontières de nos disciplines, de nos ministères et de nos cultures professionnelles ou nationales. Pourtant, nous ne disposons pas de modèles cohérents et calculables qui permettraient de simuler et d'étudier dans leur intégralité les circuits causaux interdépendants qui engendrent le développement humain. A titre de comparaison, il existe des indicateurs économiques standard (produit national brut, croissance, emploi, etc.) qui sont acceptés à l'échelle internationale et permettent donc des comparaisons entre les mesures. En revanche, l'index du développement humain aujourd'hui utilisé par les Nations Unies n'a pas la même autorité⁴. Je rappelle qu'il combine des statistiques sur l'espérance de vie à la naissance, l'alphabétisation et la scolarisation ainsi que le produit national brut par habitant. Il faut noter au passage que cet index – aussi utile qu'il soit – est, de l'aveu même de ses auteurs, plutôt grossier et qu'il ne constitue en rien un modèle causal du développement humain : tout au plus, comme son nom l'indique, un « indice » facilement mesurable avec les moyens dont on dispose aujourd'hui.

5.1.3. *Capital social et développement humain*

On objectera peut-être à ces remarques pessimistes les nombreuses études contemporaines sur le capital social⁵. Le concept de *capital social*, relativement récent puisqu'il a surtout été développé à partir de la fin du XX^e siècle, semble à première vue intégrer ou refléter de nombreuses dimensions du développement humain. Cette notion peut être approchée sous différents angles. Premièrement, le capital social peut viser la qualité du lien social, dont l'essence se résume dans ce qu'on appelle généralement la *confiance*. Deuxièmement, les chercheurs qui étudient le capital social se livrent souvent à une cartographie des *réseaux de relations entre individus*, qui incluent les rapports affectifs entre proches (*bonding* en anglais) ou des rapports intercommunautaires qui jettent des ponts entre membres de catégories sociales différentes (*bridging* en anglais). Troisièmement, le concept inclut la vitalité de l'espace public et

4. Les rapports sur le développement humain et le mode calcul de l'index de l'ONU peuvent être trouvés à l'adresse : <http://hdr.undp.org/>

5. Je n'emploie pas ici le concept de capital social au sens de Bourdieu (carnet d'adresses matérialisant une position socialement dominante), mais au sens de Putnam (qualité des liens sociaux dans une communauté). Voir notamment :

- de Alain Degenne et Michel Forsé *Les réseaux sociaux* [DEG 1994].
- de Francis Fukuyama *Trust, the Social Virtues and the Creation of Prosperity* [FUK 1995].
- de Robert David Putnam (probablement l'un des penseurs les plus influents dans le domaine du capital social), *Bowling Alone : The Collapse and Revival of American Community* [PUT 2000].
- de Lin Nan, *Social Capital : A Theory of Social Structure and Action* [LIN 2001].

des relations « associatives » et communautaires. La notion de capital social est intéressante parce qu'elle traverse de nombreux champs du développement humain intégral (la paix, la prospérité économique, la santé, l'éducation, les droits de l'homme). Beaucoup d'études suggèrent en effet que la santé publique, le niveau d'éducation et la prospérité économique sont fortement corrélés au capital social ⁶. Depuis le début du XXI^e siècle, la théorie du développement de la Banque Mondiale (une agence des Nations Unies) est officiellement fondée sur ce concept général de capital social.

Néanmoins, telle qu'elle est utilisée aujourd'hui, la notion de capital social souffre de deux handicaps : elle n'est ni précise, ni complète. Elle est imprécise, d'abord, parce qu'elle manque d'une définition claire, détaillée et opératoire qui la rendrait mesurable et partageable d'un contexte à l'autre. C'est pourquoi on trouvera difficilement des données significatives réellement comparables dans les études sur le capital social. Mais cette notion est surtout incomplète. Plusieurs facteurs importants du développement humain sont absents du modèle proposé par la théorie du capital social. Les relations sociales, précisément parce qu'elles sont humaines, empruntent le canal *technique* du rapport au monde matériel et le canal *sémiotique* des langues et des systèmes symboliques. Or les théories du capital social et des réseaux sociaux n'intègrent pas - ou mal - les dimensions techniques et symboliques du rapport humain. Ces théories ne décrivent pas non plus en détail le fonctionnement *cognitif* des réseaux sociaux, sur lequel j'ai particulièrement insisté dans les chapitres qui précèdent. Je dois cependant signaler que de plus en plus de chercheurs s'intéressent au rôle qu'une *gestion des connaissances* intégrant la dimension du capital social pourrait jouer dans les stratégies de développement intégral. Cette tendance reste aujourd'hui marginale, bien qu'elle soit officiellement encouragée - là encore - par des institutions comme la Banque Mondiale ⁷.

5.1.4. *Société du savoir et développement humain : un modèle à six pôles*

Ces dernières remarques nous mènent à une autre grande approche du développement humain, axée plutôt sur la dimension cognitive que sur la dimension sociale. Beaucoup d'agences internationales chargées de stimuler le développement le lient officiellement à la perspective d'une « société de la connaissance » d'une « économie de l'information » ou d'une économie « basée sur la connaissance » favorisant de hauts niveaux d'éducation et une capacité d'innovation distribuée dans tous les secteurs de

6. Il a été démontré notamment qu'il existe une forte corrélation entre le capital social d'une communauté, sa santé et son niveau d'éducation, voir par exemple le rapport de l'OCDE *Le bien-être des nations : le rôle du capital humain et social [OCD 2001]*.

7. Voir par exemple, de Catherine Gwin, *Sharing Knowledge. Innovations and Remaining Challenges* [GWI 2004]. Pour une approche plus philosophique, voir : de Kathia Castro Laszlo et Alexander Laszlo, « Evolving knowledge for development : the role of knowledge management in a changing world » [LAS 2002].

la société⁸. Mais alors que tant de gouvernements et d'organismes transnationaux les promeuvent officiellement, aucun ensemble systématique de données n'exprime clairement les cycles fondamentaux de cette économie de l'information, ni les rapports fonctionnels entre ses différents facteurs. Certes, on trouve des statistiques sur les industries de la communication et les industries de pointe, des données de marketing concernant la consommation de l'information tarifée ou des tableaux de chiffres présentant les pourcentages de personnes ayant suivi une éducation, primaire, secondaire et supérieure. Certes, divers organismes internationaux, comme l'OCDE, proposent des listes de pays classées par nombre de brevets déposés ou de droits d'auteur collectés. Mais - pour la société de la connaissance comme pour le développement humain - on ne trouvera nulle part un ensemble de données empiriques cohérent *qui soit organisé par un modèle causal*.

Quoiqu'il en soit, il me semble que le capital social et la confiance, basés sur les réseaux de relations affectives et sociales entre personnes, ou bien le capital de connaissances, basé sur le niveau d'éducation et l'apprentissage permanent et corrélé aux capacités d'innovation, ne représentent chacun *qu'un des pôles* d'une dynamique plus générale du développement humain. Après avoir longuement réfléchi au problème et épluché nombre de statistiques et de rapports, j'estime qu'une approche équilibrée devrait intégrer au moins les six pôles qui suivent :

- les réseaux de savoirs explicites, la réserve d'idées et de formes symboliques disponibles dans les esprits (le capital épistémique, ou capital de connaissance) ;
- les réseaux de volontés, le mode de gouvernance, les valeurs et la vision partagée des communautés (le capital éthique) ;
- les réseaux de pouvoirs, et notamment la disponibilité de compétences professionnelles et de liquidités financières (le capital pratique) ;
- les réseaux corporels, et en particulier les équipements techniques et matériels, la santé publique et la qualité de l'environnement (le capital biophysique) ;
- les réseaux de personnes, les individus jouant divers rôles sociaux et entretenant des rapports de confiance (le capital social) ;
- les réseaux de documents, les médias, la puissance de diffusion comme l'accès au fond culturel et à la mémoire accumulée (le capital communicationnel).

La figure 5.1 met en valeur la symétrie des relations entre deux dialectiques. Verticalement, une *dialectique bipolaire* virtuel U / actuel A oppose et conjoint les deux

8. Je reviendrai plus en détail sur toutes ces notions dans le chapitre 6, consacré à l'économie de l'information.

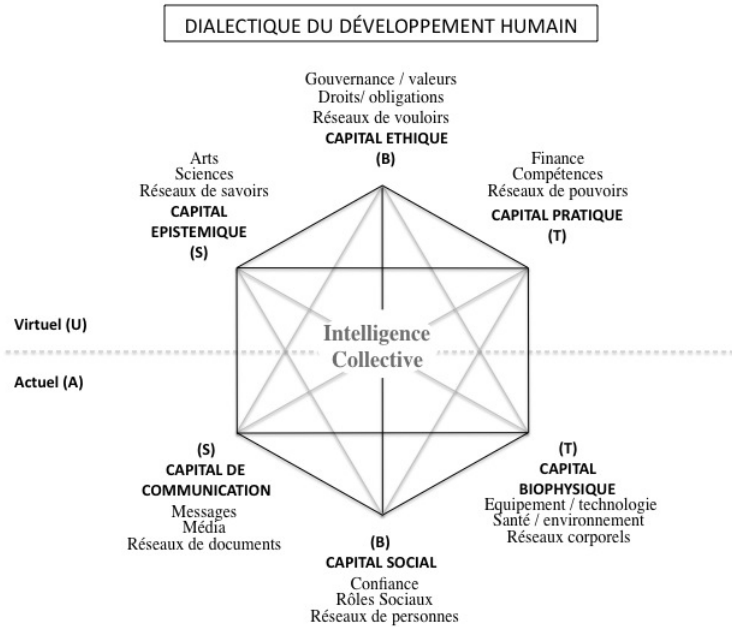


Figure 5.1 – Un diagramme multipolaire du processus de développement humain

triplets complémentaires : réseaux de documents / de personnes / de corps du côté actuel (au Sud) ; réseaux de savoirs / vouloirs / pouvoirs du côté virtuel (au Nord) ⁹. Horizontalement, la *dialectique ternaire* qui structure les trois colonnes est calquée sur le triangle sémiotique. La colonne de l'Ouest correspond au *signe S* ou au signifiant (dans ses formes idéales du côté virtuel et dans son inscription documentaire et médiatique du côté actuel). La colonne centrale correspond au signifié pour un interprétant, c'est-à-dire à l'esprit humain ou à l'*être B* (dans son intentionnalité abstraite du côté virtuel et dans son incarnation personnelle et sociale du côté actuel). La colonne de l'Est, enfin, correspond au référent ou à la *chose T* (dans son aspect de corps matériel daté et situé du côté actuel et sous sa forme de réserve de puissance du côté virtuel). La dialectique ternaire signe / être / chose oppose et conjoint trois paires complémentaires : 1) réseaux de documents / de savoirs, 2) réseaux de personnes / de vouloirs et 3) réseaux de corps / de pouvoirs ¹⁰.

9. Pour une explicitation philosophique des notions de virtualité et d'actualité, voir notamment mon ouvrage *Qu'est-ce que le virtuel ?* [LVY 1995].

10. Le lecteur aura évidemment reconnu le modèle général déjà évoqué dans l'introduction de ce livre par les figures 1.6 et 1.7.

Cette représentation de la dynamique fondamentale du développement humain est compatible avec la théorie des acteurs-réseaux¹¹ et plus généralement avec la théorie de la société en réseau qui est largement répandue dans les sciences sociales contemporaines¹². Les approches qui viennent d'être citées, tout comme celle que j'esquisse ici, invitent à une intégration des outils mathématiques de la *théorie des graphes* dans les sciences humaines¹³. Le diagramme de la figure 5.1 suggère qu'une cognition symbolique distribuée, motrice du développement humain à long terme, devrait être orientée vers une interdépendance équilibrée et un échange continu de ressources entre les six réseaux - ou entre les six « capitaux » d'une économie générale de l'information - chacun d'eux alimentant les cinq autres. Je n'ai pas la prétention de proposer avec ce diagramme une théorie du développement humain pleinement constituée. Il s'agit tout au plus d'une carte conceptuelle ou d'une *boussole sémantique*, d'un instrument critique permettant de n'oublier aucune dimension importante du développement humain et de situer les théories en concurrence. Il reste que je n'ai trouvé nulle part de *théorie causale* du développement humain qui satisfasse à l'exigence d'interdépendance a-centrée affichée par mon diagramme multipolaire. Aucun instrument d'observation commun, aucune technologie intellectuelle bien rôdée ne permet aujourd'hui d'étudier les sociétés humaines comme des machines cognitives auto-poïétiques où les énergies informationnelles circulent entre les signes, les êtres et les choses, ni comme des systèmes autoréférentiels où la conversation créatrice transfère la valeur des réseaux virtuels vers les réseaux actuels et réciproquement. Les sciences humaines contemporaines ne nous fournissent pas encore de modèle intégré du développement humain.

5.2. Critique des sciences de l'homme

Je diagnostique que cette impuissance des sciences de l'homme est due principalement à la *fragmentation* de leurs disciplines et de leurs paradigmes, au caractère *non calculable* de la plupart de leurs modèles qualitatifs et, plus fondamentalement, à l'absence d'un *système de coordonnées* supportant l'interopérabilité et la calculabilité de leurs théories. Il ne s'agit cependant pas de singer la physique. On aura compris que je ne plaide pas pour une réduction au quantitatif de modèles qualitatifs mais pour une

11. Pour une première orientation dans cette théorie, voir, sous la direction de Michel Callon, *La Science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques* [CAL 1989] et, de Bruno Latour, *Science in Action* [LAT 1987].

12. Voir notamment, de Mark Granovetter « The Strength of Weak Ties » [GRA 1973], de Manuel Castells *The Information Age* [CAS 1996] et de Barry Wellman, « Computer Networks as Social Networks » [WEL 2001].

13. L'idée d'un nouveau paradigme scientifique organisé autour de la modélisation par les réseaux a été particulièrement mise en avant par Albert Laszlo Barabasi ; voir, de cet auteur : *Linked, the New Science of Networks* [BAR 2002].

formalisation computable des structures symboliques et des rapports entre qualités sémantiques. Mais avant de détailler ma critique de l'état contemporain des sciences de l'homme, je voudrais clarifier le parallèle que j'établis entre la révolution des sciences de la nature qui fut accomplie au XVII^e siècle et celle qui est requise des sciences de l'homme au XXI^e siècle.

5.2.1. *Sciences de l'homme et sciences de la nature*

Le travail qui m'a mené à l'élaboration de la sphère sémantique IEML se situe à la confluence de plusieurs traditions de quête de l'unité de la nature. Ces traditions sont spirituelles, philosophiques et scientifiques, mais je me concentrerai ici plus particulièrement sur la quête scientifique. La « matière » et « l'esprit », le monde des corps sensibles et celui des idées intelligibles, les objets des sciences exactes et ceux des sciences humaines interagissent de manière évidente et font certainement partie de la même et unique réalité. *Le fait* de l'unité de la nature peut faire assez facilement l'objet d'un consensus. Mais la véritable difficulté vient de l'absence d'un *modèle scientifique* articulé de cette unité. J'ai esquissé dans le chapitre 2 sur la nature de l'information le schéma unificateur d'une organisation en couches successives - formes quantiques, moléculaires, organiques, phénoménales et sémantiques - ces couches étant connectées par des interfaces de transcodage : atomes entre les mondes quantiques et moléculaires ; ADN entre les mondes moléculaires et organiques ; neurones entre les mondes organiques et phénoménaux ; systèmes symboliques entre les mondes phénoménaux et sémantiques ¹⁴. Cette échelle de l'information s'étend entre deux groupes de transformation fondamentaux : celui du champ unifié de la physique, au Sud et celui de la sphère sémantique, au Nord. Si la sphère sémantique IEML - ou quelque formalisme équivalent - était adoptée comme système de coordonnées permettant d'adresser les processus de cognition symboliques, nous aurions fait un pas de géant dans le sens d'une unification de la nature. Mais cela impliquerait une véritable mutation épistémologique des sciences de l'homme, comparable à celle qui a eu lieu dans les sciences de la nature matérielle au XVII^e siècle.

Avant Galilée et Newton, le monde céleste et le monde terrestre (ou « sublunaire ») étaient encore considérés comme obéissant à des régimes de modélisation différents. Le ciel abritant des hiérarchies d'intelligences angéliques était le lieu des mouvements géométriques parfaits et de la spéculation théologique tandis que le monde sublunaire grossièrement matériel était soumis à des processus de génération et de corruption physiques, mais sans raison géométrique. L'alchimie mêlait des recettes pratiques de transformation des matériaux et des pratiques symboliques de transformation spirituelle héritées d'un lointain passé pré-monothéiste.

14. Voir notamment la sous-section 2.3.5.

La révolution moderne des sciences expérimentales a réuni tous les phénomènes sensibles *dans le même espace tridimensionnel universel et infini* et a ramené le noyau essentiel des explications scientifiques à la formalisation mathématique de mécanismes causaux (aussi complexes, indéterminés et irréversibles soient ces mécanismes)¹⁵. Il doit être ici compris que la seule chose qui soit requise pour que l'on puisse parler d'un « mécanisme » est sa *description dans les termes de fonctions calculables*. Les quarks, les atomes, les molécules, les organismes, la biosphère, les planètes, les étoiles et les galaxies font en principe partie du même univers matériel coordonné par un unique *continuum* spatio-temporel, et les sciences qui étudient ces objets peuvent donc se parler.

Qu'en est-il pour les objets des sciences humaines comme, par exemple, les prix, les gouvernements, les mouvements sociaux, les œuvres littéraires ou les rituels ? Commençons par la ressemblance la plus frappante : les objets des sciences humaines se meuvent dans un milieu où les *quantités* existent bel et bien, exactement comme dans le monde matériel, et comme en témoigne l'usage extensif des statistiques dans les sciences sociales. Mais l'univers symbolique où se meut la cognition symbolique humaine possède en outre deux « dimensions » absentes de l'univers matériel : la *valeur* (telle qu'elle résulte par exemple d'un jugement moral : bon ou mauvais) et la *signification*. Or ni la valeur ni la signification ne peuvent être directement *situées* dans l'espace tridimensionnel, bien qu'elles puissent être indirectement connectées au monde matériel par nos processus cognitifs. Même si de grands philosophes comme Spinoza et Leibniz ont à l'époque pensé rigoureusement l'unité de la nature, la révolution scientifique du XVII^e siècle est restée inachevée : au plan technique de la modélisation mathématique, la nature conçue par la science, parce qu'elle n'inclut pas la culture, c'est-à-dire l'intelligence collective humaine structurée par des systèmes symboliques, est encore incomplète et fragmentée.

C'est pourquoi je propose d'adopter un système de coordonnées permettant, premièrement, d'adresser les significations - *la sphère sémantique IEML* - et, deuxièmement, de représenter avec précision les circulations de valeurs - *l'économie générale de l'information* - qui pourraient se déployer dans cette sphère sémantique. Parce qu'il repose sur un groupoïde de transformation, le système de coordonnées proposé permettrait de décrire les mouvements, les métamorphoses et les variations de signification et de valeur par des *fonctions calculables*. Parce qu'il est structuré par un circuit fractaloïde hypercomplexe, ce système de coordonnées pourrait supporter n'importe quel modèle en forme de graphe, incluant les réseaux de savoirs, de vouloirs, de pouvoirs, de documents, de personnes, de corps matériels et tous les réseaux mixtes et hybrides que l'on voudra. Les arrêtes et les sommets de ces graphes pourraient être non seulement adressés par des coordonnées spatio-temporelles mais

15. Voir notamment, d'Alexandre Koyré *Du Monde clos à l'univers infini* [KOY 1958] et, d'Isabelle Stengers, *La Révolution des sciences modernes* [STE 1993].

également par des coordonnées conceptuelles dans la sphère sémantique. En somme, le monde aujourd'hui fragmenté de la culture serait unifié par un *unique système de coordonnées* sémantique (pratiquement infini) et ses dynamiques de signification et de valeur seraient susceptibles de *description par des fonctions calculables*, moyennant une modélisation de type « réseau ». Examinons maintenant plus en détail les problèmes contemporains des sciences de l'homme

5.2.2. *La fragmentation interne*

Aujourd'hui, chaque science de l'homme n'aborde qu'une portion limitée du circuit complet de l'information signifiante. Des sciences telles que la théologie, la philosophie, l'anthropologie, la sociologie, l'économie, la psychosociologie, la psychologie, la linguistique, les études littéraires, les sciences de la communication, l'histoire, la géographie, les sciences de l'éducation et autres sont fondées sur des principes et des traditions différentes et - le plus souvent - incompatibles. A ceci s'ajoutent les conflits de paradigmes et de théories au sein d'une même discipline. Chaque science sociale, chaque discipline des « humanités » a son propre univers de référence, qui n'est pas nécessairement en accord avec celui des autres, même si l'on sent bien qu'il existe des résonances et des complémentarités entre économie, psychologie, sociologie, histoire, linguistique, littérature, etc. La séparation ou l'absence de communication ne sont pas des maux absolus, ils ne deviennent un problème que parce que la finalité des sciences est la compréhension (au sens étymologique : *prendre ensemble*) des phénomènes. La dispersion des angles d'attaques et des principes dans les sciences humaines *ne permet pas* de saisir la complexité interdépendante des circuits causaux qui donnent leur consistance à la vie symbolique de l'humanité.

Cette situation de fragmentation est-elle normale, naturelle, indépassable et souhaitable, comme le croient la majorité des savants aujourd'hui ? Ou bien s'agit-il, comme je le pense, d'un état daté et situé de l'évolution culturelle et de l'histoire des sciences ?

5.2.3. *La faiblesse méthodologique*

Certaines sciences humaines prennent les formalismes intellectuels au sérieux, je pense notamment à la linguistique, à l'économie, au droit ou aux sciences de la cognition. Mais ce sont généralement des formalismes différents dans chaque discipline, voire dans chaque sous-discipline. Dans d'autres sciences de l'homme, le quantitatifisme statistique ¹⁶, des concepts souvent flous (dont se réclament parfois certains

16. Qui se résume trop souvent au comptage des réponses à un questionnaire et au calcul de moyennes, d'écart types, etc.

chercheurs « postmodernes ») ou même de simples convictions politiques tiennent parfois lieu de méthode scientifique. Les moyens d'analyse mobilisés sont la plupart du temps plus faibles que les objets à comprendre. Et ce qu'il faut comprendre, en général, ce sont les *sens* des phénomènes et de leurs transformations. Or je n'ai pas trouvé de *méthode formelle et opératoire* pour représenter la multiplicité rhizomatique du sens de l'information en contexte, ni pour représenter l'interdépendance des dimensions techniques, économiques, sociales, culturelles et symboliques de la cognition distribuée humaine d'où ce sens émerge. Certes, on modélise déjà la complexité des phénomènes sociaux par des modèles en réseau, mais les nœuds et les liens de ces réseaux *ne sont pas* les variables de fonctions calculables.

Aussi convaincantes que soient les diverses approches développées aujourd'hui dans les sciences de l'homme, elles ne proposent pas de théorie calculable qui soit capable de rendre compte de la nature auto-poiétique, auto-reproductrice et autoréférentielle de leurs objets¹⁷. Car ces objets : sociétés, communautés, réseaux ou personnes *sont aussi des sujets* qui sont tout autant capables d'interprétation - de production de sens - que les chercheurs eux-mêmes. Et s'il s'agit d'œuvres ou de systèmes symboliques, leur dignité d'objets des « humanités » tient à ce qu'ils constituent des *moteurs d'interprétation* plutôt que des objets passifs.

Du côté des théories calculables - car il y en a - on en reste le plus souvent à des modèles purement quantitatifs (par exemple en économie), ou bien (notamment dans les sciences de la cognition au sens large) à des mécanismes logico-arithmétiques trop simples (raisonnement automatique), à des simulations de réseaux d'automates logiques ou à la formalisation *métaphorique* de mécanismes empruntés aux sciences physiques ou biologiques. Je pense par exemple à la mémétique - qui emprunte son modèle à la théorie de l'évolution biologique - ou aux études d'intelligences collectives émergentes basées sur des modèles empruntés à la neurologie ou à l'éthologie animale. Or si tous ces modèles sont bel et bien calculables, ils captent mal *la complexité du sens humain*.

5.2.4. *L'incoordination*

En plus de leur séparation et de leur faiblesse méthodologique, un troisième handicap empêche les sciences de l'homme de remplir le rôle qu'elles devraient jouer au service du développement humain. Contrairement à ce qui se passe en physique, en chimie ou en biologie, leurs connaissances ne sont généralement pas explicites, formalisées et coordonnées au point de les rendre recombinaibles et exportables dans une

17. Niklas Luhman (voir par exemple son ouvrage *Social Systems* [LUH 1995]) a bien souligné l'aspect auto-référentiel et autopoïétique des objets des sciences sociales, mais il n'en n'a pas proposé de formalisation *opératoire* ou calculable.

multitude de contextes différents. Pour la plupart d'entre elles, le récit - théorique ou expérimental - en langue naturelle reste la principale manière d'exposer leurs résultats non quantitatifs. C'est ce qui rend si difficiles les comparaisons d'un contexte culturel à l'autre dans les domaines pourtant essentiels du signifiant (manipulations symboliques de type sémiotique et esthétique) du valable (raisonnements de type juridique et éthique) et du possible (élaborations de type spéculatif, fictif et ludique).

Dans la naissante discipline de la gestion des connaissances, dont il a été amplement question au chapitre précédent, on appelle précisément *connaissances tacites* ce qui fait la spécificité des sciences de l'homme contemporaines : leur exigence de « participation personnelle » pour actualiser le sens. Or on a vu qu'une des principales opérations visées par la gestion des connaissances est de faire passer les savoirs d'une communauté de l'état tacite à l'état explicite afin de les faire transiter facilement d'un contexte à l'autre et de les rendre combinables dans des systèmes d'information partagés. Le mode tacite n'est pas mauvais en soi. Pour la gestion des connaissances, tacite ne veut pas dire muet, ni de qualité inférieure. De nouveau, les connaissances tacites sont parfaitement valables et utiles dans leur contexte d'origine, mais on ne peut ni les *accumuler*, ni les *transférer dans d'autres contextes*. Dans les meilleurs des cas, le processus d'explicitation aboutit à une transformation culturelle qui se manifeste par : 1) le respect de normes communes, 2) l'usage d'instruments d'observation et de mesure compatibles, 3) le maniement de systèmes symboliques facilitant la traduction, la représentation coordonnée et le calcul. A partir de cette transformation culturelle, la connaissance devient partageable dans un réseau durable et potentiellement universel de communautés différentes.

A titre de point de comparaison, contrairement aux chercheurs en sciences humaines, tous les chimistes travaillent avec les mêmes *éléments*. La chimie est une science précisément parce que les chimistes partagent à la fois 1) un langage de description de leurs objets, 2) un ensemble standard d'instruments d'observation et de mesure et 3) des méthodes reproductibles. Le langage de la chimie permet d'explicitier - autant que possible - le savoir-faire expérimental des chimistes. Il reflète, dans la grammaire de son système de signes, la structure supposée de l'univers chimique. Or pour les aspects non quantifiables - les plus importants - du phénomène humain, nous ne disposons encore ni d'éléments communs, ni d'instruments de mesure standard, ni de méthode générale d'observation. Nous n'avons pas de *métalangage d'explicitation des connaissances* pour les sciences de l'homme.

Est-ce la raison pour laquelle on a parfois la sensation qu'il n'existe pas d'accumulation progressive des connaissances dans les sciences de l'homme comme il en existe dans les sciences de la nature matérielle ? Si l'on compare un ouvrage de physique ou de biologie de la fin du XIX^e siècle avec un ouvrage de ces mêmes sciences datant du début du XXI^e siècle, on constatera une rapide transformation de la physique ou de la biologie ainsi qu'une remarquable avancée des connaissances sur la vie et la matière.

En revanche, si l'on compare les ouvrages de quelques-uns des fondateurs de la sociologie (disons, Emile Durkheim, Marcel Mauss et Max Weber) avec un ouvrage de sociologie qui sort des presses en 2010, observera-t-on le même progrès du savoir ? Apprendra-t-on moins sur l'essence de la vie sociale en lisant les vieux textes ? Poser cette question revient à y répondre. Sans doute la sociologie comprend-elle une bonne dose de philosophie. Or même s'il existe évidemment une histoire irréversible de la philosophie, on ne peut pas vraiment parler de « progrès », puisque chaque grande philosophie présente une figure singulière de la pensée et qu'aucune ne rend les précédentes obsolètes. La lecture d'Aristote ou de Leibniz est toujours d'actualité. Mais malgré le caractère philosophique et critique de la sociologie, cette discipline prétend pourtant au statut de science positive. A cet égard, il demeure choquant qu'aucun consensus ne se dégage dans la communauté des sociologues (qui comprend aussi bien les marxistes que les pratiquants de l'analyse des réseaux sociaux ou les adeptes de l'ethnométhodologie¹⁸) sur les découvertes ou les grandes avancées de la discipline.

5.3. Le triple renouveau des sciences de l'homme

Pour dépasser leur fragmentation et travailler de manière coordonnée au service du développement humain, les sciences de l'homme devront saisir les opportunités ouvertes par le médium numérique et se livrer à une refonte profonde de la gestion de leurs connaissances. Comme je le signalais plus haut, ce programme de travail implique une transformation épistémologique et culturelle majeure. Cette révolution a déjà commencé (1) dans les méthodes de collaboration, elle s'esquisse (2) dans les instruments d'observation et de calcul mais (3) la perspective d'un métalangage de modélisation commun est encore généralement hors du champ d'attention de la communauté des chercheurs.

5.3.1. De nouvelles possibilités de collaboration

De même que l'imprimerie avait transformé les pratiques des clercs et des savants à la Renaissance et fut un des appuis techniques de la révolution des sciences modernes¹⁹, l'arrivée d'Internet est en train de bouleverser le fonctionnement de la communauté scientifique. Depuis le XVII^e siècle, sa conversation créatrice se menait principalement par l'intermédiaire de correspondances manuscrites sur papier ou de publications *imprimées*. Aujourd'hui, ce schéma tend à être remplacé par un nouveau dispositif de communication basé sur *le médium numérique*. Ce nouveau schéma de

18. Selon l'ethnométhodologie, la production théorique spontanée des communautés est un élément majeur de la construction même du social. Voir, de Harold Garfinkel, *Studies in Ethnomethodology* [GAR 1967].

19. Comme l'a montré Elisabeth Eisenstein dans *The Printing Revolution in Early Modern Europe* [EIS 1983].

communication inclut trois pratiques interdépendantes : l'accès direct aux données et aux outils ainsi que leur exploitation collective, la publication ouverte et l'accélération des échanges d'idées informels.

5.3.1.1. *L'accès direct aux données et aux outils, leur exploitation collective*

Parmi l'ensemble des transformations en cours, l'une des plus importantes est sans doute le *partage en temps réel des données primaires*. Une fois numérisés, les fonds documentaires et les sources d'information primaires sont à la disposition immédiate des chercheurs partout où se trouve une connexion au réseau. Cette nouvelle situation transforme le travail des historiens et des chercheurs en sciences humaines dont le travail est fondé sur l'exploitation des archives. L'effort considérable qui était déployé pour accéder aux sources primaires n'étant plus nécessaire, le centre de gravité de l'activité des chercheurs s'est déplacé et porte maintenant presque exclusivement sur l'interprétation - de plus en plus automatisée - des données, ainsi que sur la conversation critique avec les chercheurs qui exploitent le même corpus. C'est ainsi que d'étroites collaborations associent de vastes « équipes virtuelles » dispersées géographiquement et institutionnellement, mais qui travaillent sur les mêmes objets. Par ailleurs, des communautés de recherche s'associent en ligne de manière systématique afin de partager en temps réel leurs modèles d'analyse et d'interprétation des données, incluant *les logiciels et les outils de simulation* qui opérationnalisent ces modèles.

5.3.1.2. *La publication ouverte*

De nouveaux dispositifs de gestion personnelle et collective d'articles se mettent en place, redéfinissant les règles de la publication. Les nouvelles observations et théories peuvent être rendues publiques *sans passer par les revues scientifiques classiques* parce qu'elles sont publiées sur des sites spécialisés où les chercheurs entre-critiquent leurs textes (révision par les pairs) *après* la publication. Le site qui a initié cette révolution est <http://arxiv.org/> de l'Université Cornell. Le mouvement est parti des sciences physiques et de l'ingénierie à la fin du XX^e siècle, mais commence à toucher les sciences de l'homme au début du XXI^e siècle. La plupart des administrations publiques de la recherche et des grandes universités encouragent ce mouvement²⁰. Critiquant la rente de situation des éditeurs scientifiques, de plus en plus de voix s'élèvent pour réclamer un accès libre et gratuit aux résultats de la recherche subventionnée par l'argent des contribuables. Il faut associer à cette transformation l'usage de systèmes distribués de collection et de partage d'article comme, par exemple (autour des années 2010), CiteUlike et Mendeley.

20. Il faut notamment citer à cet égard *L'initiative de Budapest pour un accès ouvert* (2002). Voir <http://www.soros.org/openaccess>. On trouvera toute une documentation historique sur le mouvement de la science ouverte sur le site en français de l'institut de l'information scientifique et technique (INIST) : <http://openaccess.inist.fr/>.

La conséquence de la mutation éditoriale en cours est double. D'une part, la circulation des résultats de recherche est beaucoup plus rapide ; d'autre part, leur évaluation *a posteriori* par la citation, le commentaire et la référence se fait également plus vite. On notera pour finir que les traditions maintenant multiséculaires de la communauté scientifique sont non seulement respectées mais approfondies : la « science ouverte » qui s'appuie sur la nouvelle médiasphère numérique est plus que jamais fondée sur un principe de discussion critique et d'inter-citation.

5.3.1.3. *Un nouveau type de conversation créatrice informelle*

Sans préjuger des outils que la conversation informelle entre les chercheurs en sciences humaines adoptera dans l'avenir, elle se mène surtout en 2010 dans l'entrecroisement hypertextuel des blogs de recherche et des conversations dans les médias sociaux. Les médias sociaux en question peuvent être généralistes comme Ning, Facebook et Twitter, ou spécialisés dans la recherche. Cette pratique a donné à un nombre croissant de chercheurs un avant-goût de ce que pourrait devenir dans le futur une interconnexion encore plus efficace de leurs systèmes de gestion de connaissance personnels. Il va sans dire que tous ces phénomènes de collaboration en ligne s'accompagnent généralement d'une multiplication des voyages et des colloques, au lieu de l'isolement et de l'immobilisation vaticinés - en dépit des faits - par les prophètes de malheur « à la Virilio ».

5.3.2. *De nouvelles possibilités d'observation, de mémoire et de calcul*

5.3.2.1. *Disponibilité des données et de la puissance de calcul*

Peut-être n'a-t-on pas de science de la cognition symbolique unifiant la culture (comme la science expérimentale moderne a unifié la nature) tout simplement parce que son objet – les circuits d'information signifiante dans leur intégralité interdépendante – a été, jusqu'à maintenant, inobservable, et donc uniquement objet de spéculations. Mais cette situation est en train de changer.

A l'ère du cyberspace, l'ensemble des médias antérieurs converge. La quasi-totalité des signes culturels sont créés, enregistrés et interconnectés dans un réseau numérique en expansion qui réunit les ordinateurs, les téléphones intelligents, les gadgets électroniques mobiles ainsi que les objets et machines de toutes sortes incrustés de puces RFID. Les données numériques sont à la fois localisées et délocalisées. Du côté de la localisation, les nouveaux dispositifs de réalité augmentée donnent accès en temps réel aux informations pertinentes associées aux lieux et aux situations. Elles permettent plus aisément que jamais de trouver les personnes et les services que l'on cherche à partir de leur position géographique. Du côté de la délocalisation, l'enregistrement des données et des applications dans les « nuages » de l'Internet permet

d'y accéder de n'importe quel point d'accès au réseau ²¹. Plus généralement, nous avançons lentement mais sûrement vers une situation de *computation ubiquitaire* dans laquelle les capacités de mémoire, de calcul et de communication sans fil sont quasiment illimitées et complètement intégrées à l'environnement ambiant.

Tous les documents sont virtuellement interconnectés, ne formant plus, à la limite, qu'un seul hypertexte mouvant, lu et rédigé par une multitude d'auteurs et de lecteurs de langues, de cultures et d'éthiques différentes. A l'ère du médium numérique, le langage n'a plus seulement la mémoire autonome que lui confère l'écriture, la capacité de reproduction automatique que lui donne l'imprimerie et la quasi-ubiquité empruntée à l'électricité. Il possède dorénavant une capacité d'action et d'interaction autonome. En effet, qu'est-ce que le *logiciel*, sinon un type d'écriture adapté à l'univers des ordinateurs en réseau et capable d'agir par soi-même, d'interagir avec d'autres logiciels, de créer des combinaisons de signes de toutes sortes, de déclencher une machine, d'activer un robot ou de se reproduire d'une manière encore plus automatique que le mot imprimé ? A cet égard, les virus informatiques ne font que manifester de manière spectaculaire ce caractère général propre à tous les logiciels. Des robots de plastique et de métal sont mus de l'intérieur par cette écriture animée, capable de décoder des signaux et d'en envoyer. Dans le nouvel environnement de computation ubiquitaire, l'univers du *soft* est le liquide logique, la mer de complexité vivante, le bouillon de culture d'où surgissent désormais les images, la musique et les mots. Je prétends que cette nouvelle situation techno-culturelle a de profondes implications pour les sciences de l'homme.

J'ai souligné plus haut que nous ne disposons pas encore aujourd'hui de méthode communément acceptée qui soit capable de nous fournir un compte-rendu précis, objectif et mesurable de l'intégralité des circuits causaux entrelacés qui font tenir ensemble une société viable. Or, justement, l'unité enchevêtrée des circuits de l'écologie symbolique humaine pourrait, si nous le voulions, devenir appréhendable dans le médium numérique où une part croissante du contenu et des transactions de l'intelligence collective humaine a commencé à migrer. *L'ubiquité des données, l'unité de leur codage binaire, leur entretissage hypertextuel, la calculabilité et la traçabilité locale des circuits informationnels abrités par le réseau numérique ouvrent une situation épistémologique nouvelle*²². Il est désormais socialement et techniquement possible de mettre sur pied une discipline scientifique holistique, critique et réflexive

21. Je fais évidemment référence au *cloud computing* : les ressources matérielles les applications et les données sont fournis aux utilisateurs « à la demande », comme un service délivré par Internet.

22. Cette nouvelle situation pose aussi des problèmes d'éthique et de protection de la vie privée. A titre de morale provisoire je suggère que les sciences humaines *ne retiennent pas les données personnelles*, pour ne traiter que les dimensions sémantiques, axiologiques et quantitatives des flux de données.

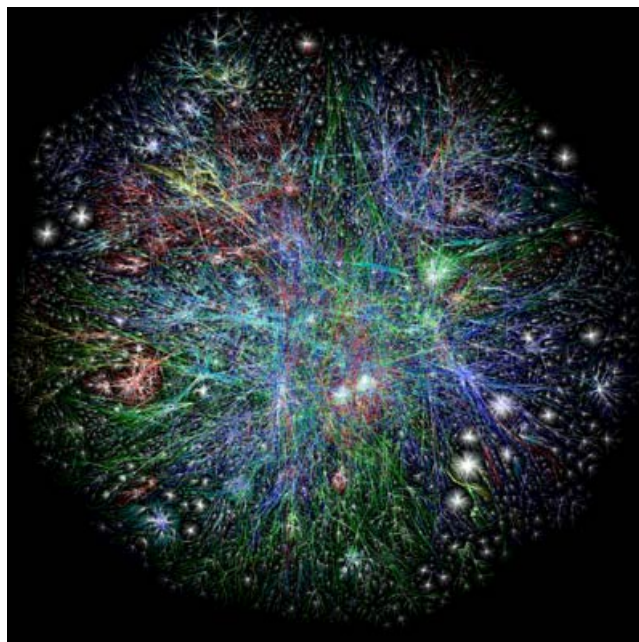


Figure 5.2 – Image d’Internet construite par Barrett Lyon

dont l’objet – observable ! - serait la circulation générale et les transformations réglées de l’information signifiante au sein des communautés humaines.

5.3.2.2. *Absence d’outils de synthèse sémantique pour exploiter la nouvelle situation*

Nous venons de voir que les données au sujet de la cognition symbolique sont de plus en plus spontanément produites et accumulées dans le médium numérique par les collectivités humaines elles-mêmes. Pourtant, au début du XXI^e siècle, nous n’avons aucun moyen de synthétiser - et donc d’observer - une image dynamique de l’intelligence collective qui s’investit dans le cyberspace.

L’image célèbre²³ de la figure 5.2 représente bien la structure décentralisée d’Internet et, pour peu que l’on identifie les nœuds, donne une idée de la provenance et de la quantité des flux d’information qui s’échangent dans le réseau. En revanche, une telle image ne donne pas la moindre idée du *contenu* des informations échangées, et encore moins des *relations entre les significations* des flux d’information. Les statistiques des moteurs de recherche peuvent nous fournir des indications sur la variation de la popularité de certains mots au cours du temps. Mais il s’agit de mots en langues naturelles

23. Cette image est empruntée au site <http://www.opte.org/maps/>

et non de concepts indépendants des langues. Aucun moteur de recherche, aucun médium social ne nous propose actuellement de représentation dynamique et explorable de la distribution relative et de l'interrelation des concepts dans les recherches, les messages échangés ou les documents affichés dans le réseau. Or le minimum que l'on puisse demander à une représentation scientifique utile de l'intelligence collective qui s'investit dans le médium numérique est de cartographier des relations entre significations.

Pour interroger et interpréter utilement les données produites par - et reflétant - la cognition symbolique humaine, nous avons besoin d'instruments d'observation adéquats et d'unités de mesure pratiques. La *communauté* de ces outils d'observation et de mesure est une condition *sine qua non* d'un dialogue scientifique ouvert. Il n'est pas question d'envisager l'établissement d'une science sans le partage d'instruments d'observation *open source* et interopérables, sans unités de mesure standard et finalement sans un système de coordonnées sémantique commun pour harmoniser le tout. Cette contrainte n'est pas triviale, puisque c'est la première fois que nous nous trouvons dans la situation d'avoir à coordonner l'ensemble des activités symboliques.

5.3.3. Vers un système de coordonnées sémantique

5.3.3.1. Rappels historiques

Rappelons pour mémoire quelques-uns des principaux systèmes conventionnels qui facilitent aujourd'hui la communication et la cognition distribuée humaine :

- calendriers, fuseaux horaires, systèmes de mesure du temps ;
- systèmes de cartographie et de localisation géographique, méridiens et parallèles ;
- unités de mesure scientifiques (longueur, poids, chaleur, potentiels électriques, etc.) ;
- systèmes de notation des nombres, notation mathématique ;
- systèmes de comptabilité des entreprises et des états, normes régissant les statistiques publiques.

Tous ces systèmes de notation, de comptabilité, de mesure et de coordonnées sont universels ou tendent vers l'universalité. Pourtant, ils sont conventionnels et perfectibles. Comme son nom l'indique, la principale fonction d'un système de coordonnées est d'harmoniser la connaissance et l'action humaine dans un domaine particulier. Il n'y a donc aucune raison pour que de nouveaux systèmes de coordonnées ne soient pas adoptés lorsque l'humanité aborde de nouveaux espaces de connaissance et d'action en commun, comme c'est le cas aujourd'hui du fait de la révolution numérique.

A titre de comparaison, l'invention de la monnaie a déjà permis de mobiliser, de mesurer et de calculer des *quantités de valeur*. Ce qu'il s'agit maintenant de mobiliser, de mesurer et de transformer de manière automatique, ce sont des significations et même des *circuits de traitement de la signification* : des agencements symboliques. Toujours dans l'ordre de la mobilisation, de la mesure et du calcul, on pourrait aussi dresser un parallèle entre l'unification de l'espace-temps géographique et celui de l'espace sémantique. Pendant longtemps, chaque grande aire culturelle avait son propre système de cartographie et son « centre du monde » particulier (Mont Mérou ou Jérusalem). De plus, le fond de carte ou système de coordonnées *géométrique* bien qu'il eut déjà été conçu dans l'Antiquité, ne commença s'imposer dans la pratique des marins portugais, espagnols, italiens, français, néerlandais et anglais navigant au loin dans l'Atlantique qu'à partir des « grandes découvertes » européennes, c'est-à-dire au tournant des XV^e et XVI^e siècles. L'enjeu de la géométrisation est fort important puisque qu'elle seule permet le calcul des angles, des distances et des positions. Il faut se souvenir que le système de coordonnées géographique - les méridiens et les parallèles - aujourd'hui en usage n'a commencé à devenir *effectivement universel* qu'aux XVIII^e et XIX^e siècles, porté par l'imprimerie et l'impérialisme européen²⁴. La mesure du temps, avec sa représentation circulaire et son découpage en minutes et en secondes, est héritée du système de numération et de mesure de la très ancienne civilisation mésopotamienne. En revanche, le système des fuseaux horaires n'a été adopté - après bien des discussions - qu'au début du XX^e siècle, au moment où la mondialisation des réseaux de transports terrestre et maritimes imposait un nouveau type d'orchestration temporelle²⁵. C'est ce système qui permet aujourd'hui de coordonner les vols de tous les avions de la planète. Les systèmes de coordonnées spatio-temporels, à la fois universels (ce qui fait leur utilité) et culturels (ce sont des conventions symboliques, des outils construits en vue d'une fin) ont accompagné de manière très concrète les voyages, les échanges et l'unification planétaire des trois ou quatre derniers siècles²⁶.

5.3.3.2. *Un métalangage au service des sciences de l'homme*

Les sciences humaines ont désormais à portée de main de nouvelles méthodes de collaboration qui permettent à de vastes réseaux internationaux de co-construire et d'exploiter ensemble d'immenses bases de données dont le contenu se renouvelle en temps réel. Elles disposent aussi pour la première fois d'un instrument d'observation de la vie symbolique humaine, dans la mesure où cette vie symbolique emprunte directement le médium numérique ou s'y reflète²⁷. Mais la mutation épistémologique

24. Voir par exemple le bel ouvrage *Cartes et figures de la terre* édité par le Centre Pompidou de Paris [COL 1980].

25. Voir à ce sujet le livre de Peter Gallison *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps* [GAL 2003].

26. Unification conflictuelle, mais unification tout de même.

27. Il est clair que l'on n'ira pas chez le dentiste, chez le coiffeur ou chez le tatoueur sur Internet, du moins dans un avenir prévisible. En revanche, les données sur les dentistes, les coiffeurs, les

des sciences de l'homme ne sera complète que lorsqu'elles auront adopté un métalangage de description commun qui soit l'équivalent des éléments pour la chimie, ou des méridiens et des parallèles pour la géographie. En adoptant ce métalangage, les sciences de l'homme passeraient d'un état taciturne et fragmenté à un état où *l'explicitation et l'interconnexion sémantique* des idées et des données deviendrait la nouvelle *monnaie courante* de la pratique scientifique. Il deviendrait alors possible de conduire des stratégies de développement humain basées sur des observations coordonnées et des modèles causaux testables. Une boucle créative pourrait s'enclencher entre (a) données plus précises, (b) raffinements théoriques et (c) sagesse pratique au service du développement humain, le tout engendré par (d) la conversation créatrice des chercheurs augmentée par leurs outils en ligne de gestion des connaissances.

L'espace tridimensionnel ordinaire ou le système de coordonnées géographique de la surface terrestre ne fournissent évidemment pas de modèles adéquats pour le balisage de l'univers symbolique. Un concept, une idée ou une signification *ne* se localisent précisément *pas* grâce au type de système de coordonnées qui vient d'être évoqué : où se trouve la justice, le nombre douze ou la couleur rouge ? Un concept n'a pas d'adresse spatio-temporelle. Cela n'empêche pourtant pas qu'il puisse y avoir des relations et des opérations bien définissables entre les concepts. Dans la vie courante on se sert des *langues naturelles* pour identifier les idées et leurs relations. Mais les langues naturelles, du fait de leur multiplicité et de leur irrégularité ne se prêtent pas à la calculabilité, à la projection « géométrique » et à l'interopérabilité qui est ici requise.

Comme tous les métalangages scientifiques, ce système de coordonnées devra représenter son objet par sa grammaire, c'est-à-dire par son articulation ou sa structure formelle, plutôt que par les noms qui sont donnés conventionnellement à ses éléments. Ce n'est qu'à cette condition qu'un tel langage peut être opératoire, permettre des simulations automatisables et, de ce fait, se rendre utile. Il est donc inévitable que le métalangage d'explicitation des sciences de l'homme soit fondé sur une hypothèse (quelle qu'elle soit) quant au type d'articulation structurale qui gouverne l'univers symbolique. Aucun autre métalangage scientifique ne fonctionne autrement.

En termes de gestion des connaissances, ce métalangage doit posséder deux qualités habituellement incompatibles : (a) la computabilité et (b) la puissance d'exprimer les rapports de signification complexes des objets des sciences de l'homme dans des contextes indéfiniment variables. Nous avons besoin d'un système de coordonnées universel (c'est-à-dire non seulement *commun* mais aussi suffisamment vaste, profond

tatoueurs et les services qu'ils rendent se trouveront bientôt tous en ligne. Il faut donc faire une distinction entre les cas où la vie symbolique passe *directement* par le réseau (émettre et lire des nouvelles, par exemple) et les cas où elle s'y *reflète* (cas de la fréquentation des dentistes, par exemple).

et ouvert pour être *tout-inclusif*), sur lequel nous puissions « projeter » la capacité de différenciation sémantique *a priori* illimitée des phénomènes de cognition symbolique. Loin de réduire ou d'aplatir le processus culturel de création de sens, ce métalangage doit permettre la mesure et le calcul dans un espace de variation sémantique *virtuellement infini*, à l'échelle du médium numérique.

Qu'un tel système de coordonnées balise les conversations créatrices et aussitôt les processus d'intelligence collective, aussi transversaux, hétérogènes et divers soient-ils, pourraient commencer à s'observer - à se réfléchir - dans le miroir immanent de l'Hypercortex.

Que nous disposions d'un médium sémantique commun et, aussitôt, la gestion des connaissances disposerait d'une nouvelle méthode d'explicitation qui la ferait entrer dans une nouvelle phase d'efficacité et de transparence « géométrique » transculturelle.

Qu'un protocole de modélisation des agencements symboliques établisse des échanges standards de métadonnées sémantiques et rende commensurables tous les jeux possibles d'indexation, de classement, de recherche et de circulation de la valeur et, bien au-delà de la simple disponibilité des documents, nous aurons commencé à entretenir quelque chose comme un véritable *bien commun* d'une économie de l'information au service du développement humain.

5.4. L'ouroboros

J'ai déjà rappelé que, depuis le XVII^e jusqu'à la moitié du XX^e siècle, les savants n'ont principalement disposé que de l'imprimé comme moyen d'enregistrement et de communication. Et pour automatiser leurs calculs ils n'avaient que des machines mécaniques, lentes et rigides. Depuis le début du XXI^e siècle, grâce au médium numérique ubiquitaire, la mémoire des données n'a quasiment plus de limites de volume et leur communication à l'échelle mondiale est devenue instantanée. Quant au calcul automatique, sa vitesse, sa puissance distribuée, sa souplesse programmable - sans oublier sa commande intuitive, interactive et multimédia - ont atteint des hauteurs inaccessibles à l'imagination des générations antérieures. Il échoit donc à notre génération et aux suivantes - fortes de cette augmentation de nos capacités cognitives - d'achever de construire une nature unique, immense, inépuisable et scientifiquement déterminable qui *compre* la cognition symbolique humaine. Mais cette nature de l'information signifiante, bien qu'objet de science, ne devra pas être réifiée ou objectivée outre mesure : c'est aussi une nature en évolution qui émerge d'un processus créatif autoréférentiel. En effet, tout ce que nous pouvons percevoir, imaginer ou connaître de l'immensité inépuisable de la nature est un *produit* de ce système cognitif en évolution ouverte qu'est l'intelligence collective humaine. La cognition symbolique est en quelque sorte le miroir actif de la nature telle que nous pouvons la connaître. Nous

n'avons aucun accès à la nature qui ne soit pas un reflet de ce miroir cosmique. D'un autre côté - et symétriquement - il nous est impossible d'observer ce miroir indépendamment de ce qu'il reflète. Comme je l'ai longuement développé plus haut, les idées ou catégories qui organisent notre expérience phénoménale nous apparaissent toujours sous forme de signifiants sensibles ou imaginés. Et ces signifiants sont enregistrés, communiqués, traités par une foule de dispositifs et de machines bien matériels qui jouent évidemment des rôles importants dans le fonctionnement de l'intelligence collective. Nos corps et nos artefacts sont plongés dans une biosphère dont ils dépendent - et au-delà dans un univers vertigineux et ultra-complexe de masses et d'énergies en interaction. L'*Ouroboros* mange sa queue : la représentation scientifique ou mythique-traditionnelle du cosmos dont émerge la cognition symbolique humaine est elle-même un produit de cette cognition symbolique, et cette représentation évolue en complexité quand la cognition croît en puissance. L'empirique et le transcendantal co-émergent et co-évoluent²⁸. La métaphore du miroir est pertinente dans la mesure où il est impossible d'observer la face brillante d'un miroir qui ne refléterait rien : l'intelligence collective humaine est inséparable de la nature qu'elle réfléchit et à laquelle elle appartient. Mais elle est trompeuse si l'on imagine une nature indépendante des processus cognitifs qui la réfléchissent : la face phénoménale de la nature (c'est-à-dire la nature *qui nous apparaît*), de nouveau, est inséparable de la cognition qui la structure, l'observe, l'expérimente et la transforme.

28. Sur cette coémergence de l'empirique et du transcendantal, voir mon article paru dans la revue *Chimères* : « Plissé fractal, ou comment les machines de Guattari peuvent nous aider à penser le transcendantal aujourd'hui » [LVY 1994a].

Chapitre 6

L'économie de l'information

On entend généralement par « économie de l'information » un *moment* de l'évolution économique (celui de la société du savoir ou de l'économie basée sur la connaissance et l'innovation) ou bien un *secteur particulier* de l'économie (recherche et développement, communication, enseignement et formation, production culturelle, etc.). Mais ce que j'appelle ici l'économie de l'information représente un processus beaucoup plus vaste. L'économie de l'information *sémantique* comprend bel et l'économie de l'information classique mais elle ne se limite pas à une époque ou à un secteur particulier, et elle ne s'arrête pas non plus aux frontières de l'économie monétaire. Elle englobe en fait *l'économie du sens* dans sa totalité inépuisable et dans la complexité de ses circuits. Lorsqu'il décrit la dynamique des échanges dans certaines sociétés primitives, Marcel Mauss, un des pères de l'anthropologie, parle en fait de cette économie *sémantique* : « C'est que tout, nourriture, femmes, enfants, biens, talismans, sol, travail, services, offices sacerdotaux et rangs, est matière à transmission et reddition. Tout va et vient comme s'il y avait échange constant d'une matière spirituelle comprenant choses et hommes, entre les clans et les individus, répartis entre les rangs, les sexes et les générations ¹ ». Je propose de modéliser cette économie de l'information *sémantique* comme une circulation de flux d'énergie symbolique (la « matière spirituelle » de Mauss) dans les canaux de la sphère *sémantique* IEMML. Comme on le verra, ces flux sont régulés par des « jeux d'interprétation collective » qui catégorisent, évaluent et mettent en contexte les données numériques que les conversations créatrices ont à traiter.

1. *Essai sur le don* 1923, publié dans *Sociologie et anthropologie* [MAU 1950] p. 164.

Le but de ce chapitre, qui clôt la première partie de cet ouvrage, est de présenter ce qui pourrait être l'*objet* d'une science de l'homme renouvelée, exploitant pleinement la mémoire toute-inclusive et la puissance de calcul du médium numérique grâce à l'adoption d'un système de coordonnées sémantique commun. Cet objet - unique mais ouvert - des sciences de l'homme n'est au fond rien d'autre que *la nature de l'information* évoquée au chapitre 2. Mais c'est une nature de l'information qui se reflète simultanément dans une multitude de jeux d'interprétation collective, ces jeux attribuant - chacun à leur manière - une *valeur* à l'information. En d'autres termes, l'économie de l'information est une nature de l'information qui se trouve non seulement adressée *dans le continuum spatio-temporel* mais encore catégorisée et appréciée *dans la sphère sémantique IEML*. L'économie de l'information sémantique doit donc être comprise comme un *cadre de modélisation* commun des écosystèmes d'idées, une *convention* qui permettrait non seulement d'instrumenter le dialogue des conversations créatrices mais aussi de rendre compte scientifiquement de leur diversité et de leur interdépendance. Ce projet n'est pas seulement contemplatif. La capacité de modéliser efficacement l'économie de l'information sémantique dans le médium numérique permettra de transformer l'Internet en un Hypercortex reflétant l'intelligence collective. En rendant visible l'économie de l'information sémantique, et donc en augmentant la puissance cognitive et les capacités coopératives des conversations créatrices, l'Hypercortex nous fera franchir un seuil civilisationnel.

Le plan général de l'Hypercortex, incluant un modèle formel de l'économie de l'information sémantique, ne sera présenté que dans la seconde partie de ce premier tome. Je me contenterai dans ce sixième chapitre d'évoquer les orientations philosophiques qui ont inspiré ce modèle formel. La première section propose une réflexion sur le *travail* cognitif et le *capital* de connaissance de l'économie de l'information, dans la perspective d'une gestion coopérative du savoir considéré comme *bien commun*. La deuxième section recense quelques-uns des travaux fondateurs sur l'économie de l'information, la société du savoir et l'intelligence collective *dans la discipline économique*, tout en signalant les insuffisances des outils aujourd'hui disponibles pour modéliser les processus d'intelligence collective dans leurs dimensions sémantique et auto-organisatrice. La troisième section traite des flux d'énergie symbolique entre idées ou du *courant sémantique* considéré comme *l'équivalent général* de l'économie de l'information. La quatrième section discute la notion d'*écosystème d'idées*. Le chapitre se termine sur une discussion du *global brain* et de l'économie de l'information dans le médium numérique.

6.1. La symbiose du capital de connaissances et du travail cognitif

6.1.1. Généalogie du capital

Loin que la capacité du capital à croître et à se reproduire soit un mystère à expliquer, je crois au contraire qu'il s'agit d'une propriété qui définit la notion même

de capital *en son principe*, et de manière somme toute assez naturelle. Je comprends ici le mot « capital » à partir de son sens étymologique de *cheptel* : un ensemble de têtes (en latin *caput, capitis*) de bétail. Le capital serait à l'origine une population vivante domestiquée, capable de reproduction et qui se prête à la sélection artificielle. Si l'archétype du capital est le troupeau, celui du travail est donc l'activité des bergers, cow-boys ou gauchos. A la tribu d'éleveurs qui le mène sur les meilleurs pâturages, qui sélectionne son évolution par des croisements judicieux, qui le protège des prédateurs non humains et qui soigne ses nouveaux-nés, le troupeau fournit en retour sa graisse, sa viande, ses os, sa peau, ses poils, son lait, son fumier, sa chaleur, sa puissance de transport ou de trait, sa force animale. Le capital et le travail sont en relation d'interdépendance : la vie de l'un dépend immédiatement de la vie de l'autre. On peut dire que le troupeau de bêtes et la tribu humaine forment une *unité symbiotique*. Grâce à leur association, ils réussissent à mieux survivre et se reproduire dans leur niche écologique commune qu'ils ne le feraient l'un sans l'autre. Comme pour toute symbiose, la domestication réussit aux deux partenaires et non seulement aux humains : les espèces végétales et animales apprivoisées par l'homme font peser d'énormes populations sur la biosphère.

Substituons maintenant au troupeau animal un *réseau de connaissances* (un écosystème d'idées) et à la tribu d'éleveurs une communauté de *penseurs communicants* (une conversation créatrice) dans la société du savoir. Souvenons-nous que le capital et le travail entretiennent une relation symbiotique. En d'autres termes, la connaissance elle-même, d'une part, et les activités de cognition symbolique auxquelles se livrent ensemble les membres de la communauté et qui « donnent vie » à cette connaissance, d'autre part, sont deux aspect complémentaires d'un même processus autopoïétique, auto-organisateur, évolutif et fragile : celui de l'économie de l'information sémantique.

L'interdépendance des savoirs doit être envisagée dans sa dynamique temporelle. Les connaissances sont reçues d'une tradition et doivent être retransmises. Le travail de l'intelligence collective vise donc d'abord la *reproduction* des écosystèmes d'idées. Ensuite, ces écosystèmes doivent être *améliorés* par mutation contrôlée, sélection et croisement. Les critères de ce surcroît de valeur ou de puissance visée par la sélection sont évidemment tributaires d'une multitude de contextes et de conditions changeantes. Mais le principe directeur reste relativement simple : les connaissances vivantes entretenues, reproduites et perfectionnées par une communauté doivent lui renvoyer des informations « utiles ² ». C'est en effet le noyau même du processus symbiotique : une population de primates parlants n'entretient et ne raffine la reproduction de son capital cognitif *dans la sphère sémantique* que si cet écosystème de

2. La notion d'utilité est évidemment contextuelle et conventionnelle et elle dépend des jeux d'interprétation collective. Il faut penser cette utilité non seulement à court terme mais aussi à l'échelle temporelle de la succession des générations.

connaissances aide à son tour à la reproduction et au bien-être des corps humains actuels plongés *dans la biosphère*. Les écosystèmes d'idées devront donc favoriser l'entretien de l'écosystème biophysique autour des communautés qui les font vivre (agriculture, industrie, aménagement des écosystèmes biologiques), améliorer la situation matérielle de cette population (sécurité, santé, etc.) et satisfaire son besoin spirituel de donner sens à sa vie et à son monde (confiance mutuelle, mise en ordre esthétique ou sacrée de l'existence). Le *développement humain* et l'intelligence collective s'impliquent réciproquement.

J'ai convoqué tout-à-l'heure les tribus d'éleveurs pour signaler le pacte originaire, fondateur, archaïque, qui lie les écosystèmes virtuels de connaissances aux populations humaines. Les primates parlants ne peuvent survivre sans culture ; symétriquement, les écosystèmes d'idées qui donnent forme à cette culture ne peuvent se reproduire qu'en symbiose avec les corps désirants, souffrants et mortels des mammifères sociaux qui les supportent. Et par un nouveau tour de notre réflexion, peut-être faut-il aussi envisager que ce sont les écosystèmes d'idées qui « élèvent » des communautés de primates parlants à les reproduire et à les diversifier...

6.1.2. *Le bien commun : interdépendance des populations humaines, des écosystèmes d'idées et des écosystèmes biologiques*

La symbiose entre capital de connaissance (écosystèmes d'idées) et travail cognitif peut être considérée selon une boucle d'interdépendance élargie *qui comprend l'écosystème biologique*.

Depuis le début du XXI^e siècle, dans les conversations qui tissent le nouvel espace public mondial, il est beaucoup question des *biens communs* (*commons* en anglais). Ce terme, assez englobant, désigne autant les biens publics pour lesquels la consommation par les uns n'enlève rien aux autres - comme les couchers de soleil et les connaissances utiles - que les ressources mises en commun qui pourraient pâtir d'une surexploitation ou d'un défaut d'entretien par certains membres des communautés considérées - comme les systèmes d'irrigation et les bibliothèques publiques³. Ce concept économique désignait surtout à l'origine les parties non appropriées de l'écosystème environnant les communautés humaines qui s'y livraient à des activités de prélèvement direct (chasse, cueillette et coupe du bois pour la *forêt*) ou d'élevage (pour les *pâtures*). Les historiens du Royaume-Uni évoquent souvent le « mouvement des enclosures », mené par les seigneurs et grands propriétaires à partir du XVI^e siècle, qui eut pour principal effet de réduire les *commons* anglais à la peau de chagrin... et de donner le coup d'envoi du capitalisme.

3. Voir de Elinor Ostrom et Charlotte Hess (Ed.), *Understanding Knowledge as a Commons. From Theory to Practice* [OST 2006] p. 9.

Le lien entre les concepts de bien commun et d'environnement écosystémique s'est confirmé de nos jours. L'eau potable, l'air respirable, le climat vivable et la biodiversité ne sont-ils pas des biens communs dont il est urgent de découvrir les modes de gestion adéquats ? Et, dans ce cas, ce ne sont pas seulement les clôtures des propriétés privées qui menacent la saine gestion du bien commun biosphérique, mais également les barrières qui séparent les territoires nationaux.

Or il existe un bien commun qui se trouve être aussi planétaire et aussi indispensable à la vie humaine organisée que l'équilibre diversifié de la biosphère : celui des connaissances. De nouveau, pour éviter les malentendus, je n'entends pas seulement par là les savoirs scientifiques estampillés par l'institution académique mais également les savoirs et savoir-faire de multiples traditions ou communautés de pratique⁴. Après leur transversalité mondiale et leur caractère d'infrastructure indispensable à la vie sociale, je voudrais souligner ici un troisième caractère partagé par ces deux grands types de biens communs : il s'agit de systèmes dynamiques, évolutifs, interdépendants, constitués d'une multitude de cycles autopoïétiques et de boucles de rétroaction entrelacées. En effet, les connaissances communes des sociétés humaines forment quelque chose comme un milieu inclusif au sein duquel interagissent une foule d'écosystèmes d'idées. Comme l'intelligence collective dont elle est un des aspects, la communauté des savoirs peut être envisagée à plusieurs échelles, de la petite équipe de travail ou du réseau social personnel jusqu'à l'ensemble de l'espèce, en passant par des entreprises, des écoles ou des universités, des villes, des régions et toutes sortes de médias sociaux et de communautés virtuelles sur Internet.

Je voudrais maintenant évoquer non seulement les similitudes entre les écosystèmes d'idées (la noosphère décrite par l'économie de l'information) et les écosystèmes biologiques (la biosphère), mais aussi leurs différences et leur co-production en boucle. L'interaction avec l'écosystème biologique n'est évidemment pas le seul fait des sociétés de chasseurs-cueilleurs ou des sociétés agricoles. L'économie industrielle ou post-industrielle sont *aussi* des modes de gestion et de transformation de la « nature » biosphérique : ne changent que les échelles quantitatives (beaucoup plus massives) ou le degré de finesse (bio ou nano technologique) de ses transformations et de ses prélèvements. Cela dit, une des principales différences entre l'écosystème biologique et l'écosystème épistémique est que le premier nous offre de quoi boire, manger, nous vêtir, nous chauffer, construire (donc : du matériel, du concret...), tandis que le second ne nous fournit que des informations ou même seulement des méthodes pour interpréter des informations. Mais il faut immédiatement corriger le constat précédent en remarquant que la majorité des biens que nous extrayons de l'environnement

4. Sur la notion de communauté de pratique voir, les travaux d'Etienne Wenger [WEN 1998], déjà cités, et sur la notion plus générale d'écologie des pratiques produisant ses modes de connaissance singuliers non réductibles à la science officielle voir, de Isabelle Stengers, *Cosmopolitiques* [STE 2003], déjà cité.

biosphérique ne peut être prélevé que grâce à la médiation de la connaissance que nous en avons et des savoir-faire techniques que nous entretenons à leur sujet ⁵. Certes, une partie des connaissances communes (pensons par exemple à la littérature ou à la psychologie) ne porte pas directement sur les meilleures manières d'exploiter les espèces animales ou végétales, les océans, le sol ou le sous-sol. Mais les connaissances sont reliées les unes aux autres dans le réseau complexe et interdépendant de la culture, si bien qu'au bout du compte l'écosystème des savoirs dans son ensemble contribue à cartographier les interactions matérielles où nous sommes plongés, à guider nos opérations d'entretien de l'écosystème biologique et à modeler nos prélèvements sur ses flux et ses stocks ⁶. Les deux grands types de biens communs sont donc étroitement interdépendants.

Le capital collectif que représente l'écosystème biologique se trouve de fait défini par l'écosystème épistémique qui nous permet de l'analyser, de l'entretenir, de le bonifier et de l'exploiter. Nous ne vivons pas dans la même « nature » que les chasseurs-cueilleurs parce que nous ne la déchiffrons pas selon les mêmes codes et que nous en tirons parti autrement. Quant au capital commun de connaissances, il ne prend sens que dans le réseau des interactions matérielles, économiques, techniques et autres que nous entretenons avec l'écosystème biologique. L'humain est en quelque sorte l'interface centrale où se co-définissent les écosystèmes biologique et épistémique, la biosphère et la noosphère. Vu sous un autre angle : notre capital commun de connaissances est le médium cognitif qui nous ouvre l'accès à notre environnement physico-biologique.

6.2. Vers une autogestion scientifique de l'intelligence collective

6.2.1. *L'économie politique et l'intelligence collective*

L'économie de l'information hérite de l'économie politique pour une grande part de ses objectifs. L'économie traite, en général, des mécanismes de production, d'échange et de consommation de la valeur dans les sociétés humaines. Cette science des « biens » échangeables poursuit elle-même toute une tradition de réflexion sur l'éthique. A titre d'illustration, avant d'écrire *La Richesse des Nations*, Adam Smith

5. Je ne veux pas défendre ici l'existence d'une infrastructure symbolique exclusivement déterminante *contre* une infrastructure matérielle déterminante en dernière instance, mais plutôt la perspective d'une interdépendance systémique de toutes les couches de la nature informationnelle. Sur le rôle capital des facteurs géographiques et bio-géographiques dans l'histoire humaine, voir par exemple l'ouvrage passionnant de Jared Diamond, *Guns, Germs and Steel* [DIA 1999].

6. Claude Lévi-Strauss a souvent attiré l'attention sur le rôle que jouent les classifications de l'environnement naturel physique des cultures dans l'élaboration de leurs catégories sociales, religieuses et autres. Voir notamment *La pensée sauvage* [LEV 1962].

avait publié une *Théorie des sentiments moraux* ⁷. En amont de l'économie politique, on peut même discerner la théologie latine médiévale qui s'est, dès l'époque de Duns Scott, pensé elle-même comme *pragmatique* : art et science de la production de « bien » dans le monde ⁸. Déjà, chez Adam Smith, le marché fonctionnait comme une sorte d'intelligence collective autopoïétique. A cause de l'échelle spatiale et temporelle de cette intelligence, et parce que les humains ne sont pas spontanément équipés pour intégrer en un tout cohérent un très grand nombre de données disparates, le fonctionnement holistique, ou écosystémique du marché reste généralement inconnu de ses agents (vendeurs et acheteurs). C'est la fameuse « main invisible » du marché.

Dans un passage célèbre des *Grundrisse*, Marx évoque un mystérieux « *general intellect* » qui semble hériter à la fois de l'intellect agent aristotélicien⁹, de la volonté générale de Rousseau et de l'esprit objectif hégélien : « Le développement du capital fixe montre le degré auquel la science générale d'une société, son *knowledge*, est devenu une force productive immédiate et donc le degré auquel les conditions du processus social lui-même a été mis sous le contrôle du *general intellect* et remodelé à sa guise ¹⁰. » (Les mots en italiques sont en anglais dans le texte allemand). Comme le capital fixe désigne essentiellement les infrastructures matérielles de production durables, et en particulier les machines, Marx semble dire ici que le degré de connaissance - ou d'intelligence collective - atteint par une société, en se matérialisant dans la complexité de ses machines, organise et réorganise le processus de production et, par voie de conséquence, le fonctionnement social tout entier. La notion de machine pourrait évidemment être étendue aujourd'hui aux protocoles de communication et aux logiciels et le « processus de production » pourrait être lui aussi étendu aux processus de communication et de distribution ¹¹.

Dès les années 1930, Hayek a analysé encore plus explicitement que Smith le marché comme un système (imparfait) de transmission partout coordonné (et non centralisé) de l'information sur les connaissances, les besoins et les comportements de ses acteurs ¹². Un informaticien reconnaîtrait là un système de coordination entre agents pourvus des mêmes privilèges, mais porteurs de données différentes. Il faut signaler aussi que Hayek, un farouche défenseur de la propriété privée en général, considérait

7. Voir [SMI 1776, SMI 2007].

8. Voir le *Prologue de l'Ordinatio*, présenté par Gérard Sontag [DUN 1999].

9. *Intellect agent* que nombre de commentateurs médiévaux comme Ibn Sina, Ibn Roshd ou Maïmonide considéraient comme commun à l'ensemble de l'humanité, voir sur ce point mon ouvrage *L'intelligence collective* [LVY 1994b].

10. Karl Marx, *Grundrisse* [MAR 1858], p. 594.

11. Sur la notion d'intelligence collective chez Marx, on se réfèrera également aux analyses sur la coopération du chapitre 13 du Livre I du *Capital* [MAR 1867].

12. Voir les références à Hayek, déjà citées, [HAY 1937, HAY 1979].

cependant la connaissance comme un bien commun. C'est pourquoi il était en faveur d'une libéralisation de la propriété intellectuelle.

A partir des années 1960, plusieurs économistes commencent à évoquer une économie de l'information, voire une économie basée sur les connaissances pour qualifier l'allure de l'économie contemporaine. Fritz Machlup (1902-1983) - un économiste de l'école autrichienne ayant fait carrière aux Etats-Unis après avoir fui le nazisme en 1933 - est sans doute le premier économiste qui ait consacré une étude approfondie à la production et à la distribution de la connaissance considérées comme un secteur économique spécifique¹³. Après celle de Machlup, la seconde étude extensive sur l'économie de l'information proprement dite (par opposition à l'économie « matérielle ») est celle de Marc Porat et Michael Rubin en 1977. C'est également Marc Porat qui est crédité d'avoir forgé le terme *Information economy*¹⁴. Parallèlement, le philosophe tchèque Radovan Richta (1924-1983) fut l'un des premiers penseurs généralistes ayant tenté de caractériser de manière multidimensionnelle et interdisciplinaire la nouvelle époque marquée par l'extension du travail intellectuel et l'accélération de l'évolution scientifique et technique¹⁵. On doit par ailleurs à Richta la fameuse expression « Le socialisme à visage humain » qui fut l'un des mots d'ordre du Printemps de Prague de 1968.

Dans le prolongement des travaux de Simon¹⁶ et de la théorie des jeux¹⁷, la nouvelle école d'*économie cognitive* illustrée par exemple en France par Bernard Walliser pose au départ de ses théories l'activité cognitive de l'agent économique. Elle cherche ensuite à expliquer l'économie dans son ensemble par des jeux de coordination et de convergence, sans oublier le rôle des institutions¹⁸. A l'autre extrémité du spectre politique, les travaux d'un Yann Moulier Boutang sur le *capitalisme cognitif* tentent de caractériser (dans une filiation marxiste, mais éclairée et critique) le nouveau « mode

13. Notamment dans son ouvrage *The Production and Distribution of Knowledge in the United States* [MAC 1962], complété par *Knowledge, its Creation, Distribution, and Economic Significance* [MAC 1982].

14. Voir *The Information Economy* [POR 1977].

15. Notamment dans l'ouvrage *La Civilisation au carrefour* [RIC 1966], qu'il a dirigé.

16. Voir *Models of bounded rationality* [SIM 1982]. Herbert Simon, un des pionniers de l'intelligence artificielle et de l'étude détaillée des phénomènes cognitifs en économie, a reçu le « prix Nobel » d'économie en 1978.

17. Théorie des jeux que l'on peut faire remonter à l'ouvrage de von Neumann et Morgenstern, déjà cité [NEU 1944].

18. Voir *L'économie cognitive* [WAL 2000].

de production » basé sur la créativité et l'exploitation intensive des connaissances, rejoignant ainsi les travaux sur la société du savoir ¹⁹.

L'importance croissante des travaux sur la coopération dans l'entretien et la gestion du capital commun de connaissance a été souligné par l'octroi du prix Nobel d'économie²⁰ 2009 à Elinor Ostrom ²¹. Il faut enfin signaler, au titre des travaux fondateurs pour la reconnaissance d'une nouvelle ère économique basée sur la gestion de l'information, la somme sur *l'âge de l'information* publiée par le sociologue Manuel Castells à la fin du xx^e siècle ²².

6.2.2. *L'autopoïèse de l'intelligence collective*

Comme on vient de le voir, il existe toute une tradition en économie politique qui tourne - d'une manière ou d'une autre - autour de la question de l'intelligence collective. Une lignée passant par Hayek et remontant jusqu'à Adam Smith analyse le marché lui-même comme une forme particulière d'intelligence collective. D'autres économistes considèrent le capital commun de connaissances et sa gestion collaborative comme une dimension essentielle de la prospérité économique. De nombreux économistes, sociologues et philosophes discernent l'émergence d'une nouvelle économie du savoir depuis les années 1960. Le développement humain en général et la prospérité économique en particulier requièrent une utilisation intensive de connaissances. En d'autres termes, la capacité collective de créer, d'échanger, d'assimiler et d'appliquer les savoirs constitue l'un des principaux moteurs du développement. Tel est le mot d'ordre de la société du savoir. Finalement, comme nous l'avons vu à la section 4.2, le nouveau champ de la gestion des connaissances (KM) est activement exploré par les sciences de la gestion, avec une inflexion depuis 2005 vers les formes ouvertes, collaboratives et *bottom-up* du KM qui s'élaborent dans les médias sociaux.

En effet, l'époque qui s'ouvre avec les années 1960 est marquée par la généralisation mondiale et la multiplication des médias électroniques, par une accélération du rythme de production et d'obsolescence des savoirs, par l'explosion internationale (toujours en cours) de la population universitaire, par une croissance soutenue du volume des informations échangées et stockées et, en conséquence, par le rôle critique de

19. Voir *L'abeille et l'économiste* [MOU 2010] et *Le capitalisme cognitif* [MOU 2007, FOU 2007] dans sa seconde édition augmentée, où l'on trouvera notamment le texte remarquable - déjà cité - de François Fourquet « Critique de la raison cognitive » p. 265-276, selon lequel l'économie a *toujours* été une économie de l'information.

20. En fait, le prix de la Banque de Suède en sciences économiques en mémoire d'Alfred Nobel.

21. Voir par exemple l'ouvrage collective dirigé par Elinor Ostrom et Charlotte Hess, *Understanding Knowledge as a Commons. From Theory to Practice* [OST 2006].

22. Voir *The information Age* [CAS 1996]

la gestion des savoirs et des informations dans la vie économique, sociale et culturelle. Or plus le succès (quel que soit la définition du succès) d'une communauté dépend de sa gestion créative du savoir - ce qui est le cas aujourd'hui - et plus la capacité à penser ensemble devient déterminante²³. Par conséquent, il existe une *relation causale* entre l'efficacité de l'intelligence collective d'une communauté et sa capacité à résoudre - selon son propre point de vue - les problèmes du développement humain. Je fais le pari que, dans la civilisation mondiale en voie d'émergence, l'intelligence - ou la sagesse - collective sera reconnue de plus en plus explicitement comme la principale force motrice du développement humain et que, symétriquement, le développement humain - l'amélioration du sort des personnes et l'épanouissement de leur potentiel - sera perçu comme la condition de possibilité essentielle de la croissance de l'intelligence collective²⁴. Je postule donc qu'il existe une relation intrinsèque entre l'intelligence collective et l'économie de l'information, aussi bien dans l'acception générale de ce terme que dans le sens spécial d'une économie monétaire classique spécialement orientée vers le traitement de l'information dans la société du savoir. Dans la perspective la plus générale, les deux termes sont presque équivalents : à chaque forme d'économie de l'information correspond une organisation particulière du système cognitif collectif. *L'économie de l'information est à la cognition symbolique humaine ce que l'écologie est à la biosphère*. Dans la perspective la plus restreinte, qui est aussi la plus pratique, la puissance ou la fécondité de l'intelligence collective devient le principal facteur de succès dans l'économie de l'information²⁵. Dans ce dernier cas, l'intelligence collective vise plus particulièrement la création, l'invention, la découverte, l'innovation et l'apprentissage, c'est-à-dire tout ce qui contribue à entretenir et à faire croître le capital commun de connaissance qui nourrit en retour le développement humain²⁶.

6.3. Les flux d'énergie symbolique

6.3.1. Position du problème de l'équivalent général

Nous avons vu que, contrairement aux sociétés animales qui la précèdent dans l'évolution, les sociétés humaines entretiennent des univers culturels complexes - des

23. Yochai Benkler parle à ce sujet de production sociale en réseau, voir son ouvrage *The Wealth of Networks : How Social Production Transforms Markets and Freedom* [BEN 2006].

24. On peut d'ailleurs lire le diagramme de la figure 5.1 comme une description de la dynamique interne de l'intelligence collective.

25. Ce capital fondamental pourrait résulter, par exemple de l'interaction entre les 6 capitaux du modèle de la figure 5.1.

26. Je renvoie ici, entre autres références possibles, à mon ouvrage philosophique sur *L'intelligence collective, pour une anthropologie du cyberspace* [LVY 1994b], à la synthèse d'orientation plus économique de Surowiecki *The Wisdom of the Crowds* [SUR 2004] et à l'ouvrage collectif pluri-disciplinaire *Collective Intelligence : Creating a Prosperous World at Peace* dirigé par Marc Tovey [TOV 2008].

écosystèmes d'idées - qui articulent un grand nombre de systèmes symboliques : langues, technologies, systèmes de parenté, religions, droits, formes politiques, connaissances organisées, traditions de savoir-faire, musiques, littératures, etc ²⁷. Ces systèmes symboliques communiquent pour conduire ensemble (comme on dit d'un fil de cuivre qu'il conduit le courant électrique) les significations qui traversent et soutiennent les êtres parlants. Ces significations parcourent des cycles entrelacés qui se défont ou s'amplifient selon qu'ils se rapprochent ou s'éloignent des contraintes de viabilité et d'équilibre des écosystèmes d'idées auxquelles elles participent.

Or si nous voulons étudier cette économie ou cette écologie et tracer ses circuits de transformation et d'échange de manière partageable, nous sommes bien obligés de supposer que, dans toutes les transformations et déplacements de la signification, « quelque chose », une valeur quelconque, une force d'attraction ou de répulsion ²⁸, se conserve, se crée ou se perd. Si ce n'était pas le cas, nous ne pourrions parler d'écologie ou d'économie. Aucune connaissance systématique ou générale ne serait possible puisqu'aucun bilan, aucune mesure, aucune proportion, aucune transformation, aucun échange ne pourrait être déterminé. Quelle est donc la nature de cette relation d'équivalence - quelque chose comme une monnaie du sens - entre les formes de la vie symbolique humaine ? Qu'est-ce que cette énergie dont les circulations et les métamorphoses engendrent la diversité évolutive des cultures ?

6.3.2. *La puissance du mana*

Nietzsche, et après lui Foucault, ont parlé de la circulation de cette puissance, qu'ils voyaient orientée naturellement vers la croissance. Mais pour explorer cette question, je m'appuierai ici sur une autre tradition, l'anthropologie française, qui remonte à Emile Durkheim (1858-1917), à Marcel Mauss (1872-1950), et dont le représentant contemporain le plus illustre est Claude Lévi-Strauss (1908-2009). Dans sa remarquable *Introduction à l'Œuvre de Marcel Mauss*, qui résume les principaux enseignements de son prédécesseur en anthropologie, le maître du structuralisme expose l'hypothèse selon laquelle toute société doit être analysable comme un système complexe de circulation et d'échange symbolique, réalisant « les termes fondamentaux d'un équilibre, diversement conçu et différemment réalisé selon le type de société considéré ²⁹ ». Je souligne ici la notion d'équilibre, qui marque bien l'analogie avec l'approche des sciences de la nature, et qui connote dans ce contexte la dynamique

27. Voir notamment le chapitre 3 et la section 6.4 qui suit.

28. Empédocle, en son poème, parle de l'Amour (attraction) et de la Haine (répulsion) qui animent les quatre Eléments.

29. *Introduction à l'Œuvre de Marcel Mauss* [LEV 1950] p. XXXIV.

d'une économie ou d'un écosystème. Selon Lévi-Strauss, un des objectifs d'une anthropologie scientifique serait de décrire le fonctionnement social comme « un système entre les parties duquel on peut découvrir des connexions, des équivalences et des solidarités ³⁰ ». On voit que son projet d'anthropologie scientifique n'est pas très éloigné du projet de l'économie générale de l'information. Si l'essence même du système social est l'échange symbolique et ses cycles de réciprocité entrelacés, alors les parties du système doivent être rendues aussi comparables, substituables et transférables entre elles dans nos modèles scientifiques de la culture qu'ils le sont dans la culture elle-même.

Stimulé dans sa réflexion par les progrès de la linguistique (qu'il cite constamment en exemple de scientificité dans les sciences humaines), fasciné par la naissance de la théorie de l'information et de la cybernétique ³¹, confiant dans l'aide que l'informatique pourrait apporter à la recherche en sciences sociales³² et fermement convaincu de l'unité de la nature humaine, Lévi-Strauss affirme la possibilité de découvrir les régularités de l'univers symbolique. Si je traduis cette foi lévi-straussienne dans mon propre langage, cela signifie qu'une unité des sciences humaines est possible. Les objets et les opérations des systèmes d'échange symbolique que sont les cultures humaines devraient pouvoir se ramener à un petit nombre d'opérations et de types universels propres à l'écologie des idées - ou à l'économie de l'information - ouverte par le langage. De même que la physique a ses particules élémentaires et la chimie ses éléments, de même que les quatre acides nucléiques de l'ADN codent les formes variées du vivant, de même qu'une langue peut « tout dire » en combinant quelques dizaines de phonèmes suivant des règles complexes comportant plusieurs étages d'articulations, de même que les diverses langues de la planète utilisent des universaux syntaxiques communs qui définissent la capacité humaine à articuler des pensées, de même chaque culture combinerait une quantité finie d'universaux symboliques en suivant des règles communes, d'où résulteraient l'inépuisable combinaison d'arrangements, de réarrangements et de permutations qui engendrent la diversité culturelle.

30. *Introduction à l'Œuvre de Marcel Mauss*, p. XXXIII. Cette unité des échanges symboliques a été récemment soulignée par Henri Atlan dans son ouvrage *De la fraude, le monde de l'ona* [ATL 2010] qui montre bien les circulations entre échanges de paroles, échanges monétaires de biens économiques et relations médiées par la technique.

31. Il cite notamment, dans une note de son texte de 1950, p. XXXVII (comme à de nombreuses autres reprises dans son œuvre), les ouvrages majeurs de Wiener (*Cybernetics* [WIE 1948]) et Shannon (*The Mathematical Theory of Communication* [SHA 1949]). Il cite par ailleurs souvent dans d'autres articles le livre de von Neumann et Morgenstern *Theory of Games and Economic Behavior* [NEU 1944], comme par exemple dans « La notion de structure en Ethnologie », repris dans *Anthropologie structurale* [LEV 1958] p. 337 de l'édition de poche.

32. Par exemple, dès 1951, dans l'article « Langage et société » (repris dans *Anthropologie structurale*, p. 70 [LEV 1958]) il critique Norbert Wiener pour avoir sous-estimé l'informatisation possible des sciences sociales.

Aux *Formes élémentaires de la vie religieuse* (probablement le chef-d'œuvre d'Emile Durkheim, paru en 1912) répondent *Les structures élémentaires de la parenté* (1949) de Lévi-Strauss : la filiation est évidente dans la recherche de l'élémentaire. Or cette filiation se prolonge dans l'étude des relations entre éléments. Puisque la réalité sociale est une structure d'échange - échange de femmes, échange de biens, échange de messages, mais toujours échange de valeurs - il importe au plus haut point de comprendre la nature de cette valeur protéiforme. On sait que, dans son *Essai sur le don*, remontant en quelque sorte avant la séparation des disciplines des sciences humaines, Marcel Mauss avait montré le caractère de « fait social total » des cycles de circulation du don dans certaines sociétés primitives. La *valeur* transférée dans les opérations de don analysée par Mauss est indissociablement morale, économique, politique, juridique, religieuse et ainsi de suite. *L'essai sur le don* permet donc d'entrevoir une opération élémentaire, ou fondamentale, qui ne ressortit pas à telle ou telle sphère de la vie culturelle mais qui tisse le lien social dans sa totalité. Or la recherche pour identifier l'opération universelle de la vie symbolique, rencontre à plusieurs reprises le curieux concept de *mana*.

En effet, aussi bien Mauss que Durkheim, dans leurs explications respectives de la religion, de la magie ou du don, ont fait appel à une série de termes empruntés aux vocabulaires des langues indigènes - *mana*, *hau*, *wakan* ou *orenda* - mais qui ont grosso modo le même sens, celui d'une sorte d'énergie ou de puissance vitale élémentaire, de type magico-religieux. Reprenant la notion de *mana*, Lévi-Strauss prétend que toutes les cultures - y compris les plus évoluées et les plus contemporaines - ont des conceptions de ce type et qu'elles correspondent moins à des « croyances archaïques » qu'à la notion d'une valeur symbolique neutre, avant toute qualification. En français, par exemple, le mot « truc » est dérivé par les étymologistes « d'un terme médiéval qui signifie le coup heureux aux jeux d'adresse ou de hasard, c'est-à-dire un des sens précis qu'on donne au terme indonésien où certains voient l'origine du mot *mana* ³³ ». Quant au « machin », il y a derrière « la machine et, plus lointainement, l'idée de force ou de pouvoir ³⁴ ». Dans sa réflexion sur le *mana*, Lévi-Strauss arrache ce terme à la description de la « mentalité primitive ». Ce n'est plus la force spirituelle multiforme qui anime le cosmos des sociétés archaïques décrites par Mauss et Durkheim, mais une valeur symbolique encore non qualifiée, *un quantum d'énergie informationnelle*. « La fonction des notions de type *mana* est de s'opposer à l'absence de signification sans comporter par soi-même aucune signification déterminée ³⁵ ». Comme toute valeur symbolique n'a de sens que dans l'échange, elle désignerait donc une capacité d'échange indéterminée, une inconnue dans le système de relation. Non pas telle ou telle valeur, mais *la valeur elle-même*, un « signifiant flottant », pour reprendre le terme de Claude Lévi-Strauss. Le *mana* est en quelque sorte le « quel que soit », le « *x* »,

33. *Introduction à l'Œuvre de Marcel Mauss* [LEV 1950], p. XLIV.

34. *Ibidem* [LEV 1950], p. XLIV.

35. *Ibidem*, p. V.

la variable fondamentale du calcul des échanges dans l'économie de l'information : quelque chose comme sa valeur monétaire.

A partir de ce point, le concept de *mana* que le maître du structuralisme a emprunté à Mauss et Durkheim pour lui donner un autre sens, je le recueille moi-même auprès de l'auteur de *La Pensée sauvage*, et j'opère une translation herméneutique supplémentaire en posant la question de la mesure. Si le quantum d'énergie symbolique devait être mesuré, il faudrait que l'unité de mesure - la monnaie de compte - transcende les distinctions sociales instituées (conventionnelles) entre valeur économique, valeur morale, valeur politique, valeur religieuse, valeur esthétique et autres, afin précisément de pouvoir appréhender les circulations entre les différentes sphères de valeur. Reprenons l'exemple classique du don. Il correspond d'emblée au moins à un double transfert de valeur : transfert d'une valeur économique dans un sens, transfert d'une valeur sociopolitique de prestige dans le sens inverse. L'acte du don lui-même instaure une différence de potentiel, un déséquilibre, une asymétrie (dette, différence de prestige) qui appelle de nouveaux flux de *mana*, des mouvements complémentaires qui peuvent être directs, transitifs ou différés le long de périple invisibles et complexes. La vie culturelle peut effectivement se décrire comme une économie - ou une écologie - symbolique. Ainsi, on peut dire à bon droit que les peuples qui pratiquent le potlatch font circuler le *mana* dans leur société en échangeant leurs présents rituels, non parce que leur « croyance » à l'existence de forces magico-religieuses associées aux dons serait « vraie » mais parce que c'est bien elle, la circulation d'une énergie dans un réseau de transformations sémantiques, qui fournit le fil même dont est cousu la société humaine.

6.3.3. *Le circuit intégral de l'information*

L'économie des biens matériels ne représente qu'une zone partielle des circuits de l'économie symbolique qui organise des échanges de toutes sortes de qualités et de quantités au sein d'un système complexe de cycles réciproques en équilibre métastable. L'économie monétaire classique s'alimente d'une totalité ouverte qu'elle alimente en retour. Les recherches contemporaines qui ont mis en évidence les étroites corrélations entre le capital social (valeurs sociopolitiques) et le degré d'éducation (valeurs cognitives), d'un côté, et la prospérité économique (valeurs marchandes), ou la santé publique (valeurs de bien-être) de l'autre, semblent confirmer que tous les genres de valeurs se traduisent et s'échangent au sein d'une même écologie symbolique.

Comment nommer cette entité, cette énergie, ce courant affectif qui coule et se transforme dans les circuits transversaux de l'écologie symbolique ? Identique sous la multiplicité indéfinie des significations changeantes qu'il transporte ou traverse, cet étrange fluide, ce *mana*, peut être désigné par plusieurs synonymes tels que : « force de signification » ou « énergie symbolique ». On peut également l'indiquer au moyen de termes plus traditionnels en économie comme « service », « valeur » ou « bien ».

On peut aussi la concevoir comme une force de raccourcissement (attraction) ou d'allongement (répulsion) des liens qui connectent les nœuds de la sphère sémantique : l'énergie du sens *déforme une topologie sémantique*.

Nos ancêtres des premières nations appelaient *mana*, ce joker ou ce caméléon capable de prendre différentes qualités selon les zones sémantiques où il circule. On pourrait aussi dessiner des analogies avec l'énergie de la *causalité karmique*, propre aux philosophies traditionnelles de l'Inde et qui est évidemment transversale par rapport aux séparations instituées. Les philosophies traditionnelles chinoises connaissent également une puissance de vie unitaire dont le flot ininterrompu traverse simultanément le cosmos, les méridiens du corps humain et la bibliothèque des lettrés : le *Qi* liant le Yin au Yang et le Ciel à la Terre !

Plutôt que *mana*, *Qi* ou *énergie symbolique*, pour nommer cette monnaie ou cet équivalent général des échanges symboliques, j'ai retenu pour ma part le terme de *courant sémantique*, parce que le type de modélisation calculable qui caractérise l'économie de l'information appelle une expression neutre.

6.4. Ecosystèmes d'idées et économie de l'information sémantique

Comme nous l'avons vu dans l'introduction de ce chapitre, l'économie de l'information sémantique doit être distinguée de l'économie de l'information au sens plus étroit qu'il prend chez les économistes³⁶. Les économistes étudient le rôle de l'information et de la connaissance dans l'économie monétaire classique, ou bien la production et la communication d'information comme secteur particulier de l'économie, ou bien encore l'économie contemporaine des pays les plus développés, basée sur l'exploitation optimale des informations et des connaissances. En revanche, l'économie de l'information sémantique vise la modélisation des processus sociaux de cognition symbolique, au sens de la dynamique décrite par la figure 5.1.

6.4.1. Un paradigme « éco » pour penser l'information sémantique

6.4.1.1. Etymologie et approche générale

Pour comprendre l'économie de l'information sémantique, il faut se souvenir du sens étymologique du mot « économie ». En grec ancien, *oiko-nomia* signifie législation ou règle (*nomia*) de la maison (*oikos*). Il ne faut pas entendre ici ce mot de « maison » seulement au sens des matériaux, de l'espace physique et de l'architecture. La maison dont la science de l'*oikos* veut comprendre les lois est une *unité de symbiose* : c'est un réseau de coexistences interdépendantes et périssables dont la survie

36. Chez Porat (*The Information Economy* [POR 1977]) ou Machlup (*Knowledge, its creation, distribution, and economic significance* [MAC 1982]), par exemple.

et la croissance dépendent du respect de certaines règles. Éco-nomie et éco-logie sont les deux grandes sciences de la « maison ». Aussi bien pour l'une que pour l'autre, les règles qui les régissent se ramènent ultimement (a) à des mécanismes de croissance et de différenciation et (b) à des contraintes de viabilité. En continuité avec les sciences qui viennent d'être évoquées, l'économie de l'information sémantique veut se tenir à la hauteur du nouvel objet désormais observable dans le médium numérique qu'est la cognition symbolique humaine. Cette économie générale se donne pour objectif de modéliser, d'observer et de comprendre le fonctionnement des « maisons », « milieux d'information » et « environnements numériques » qu'habitent les conversations créatrices. Ainsi, les *agents* de l'économie de l'information sémantique sont aussi ses *habitants* et il est impossible, sauf conceptuellement, de dissocier les deux aspects.

Notre économie sémantique propose une représentation dynamique des circuits de production et d'usage de l'information dans des contextes significatifs partagés. Mais parce que les agents de cette économie (les conversations créatrices) sont aussi ses habitants, la modélisation qu'elle propose ne prend son plein sens que dans une *boucle réflexive*, un peu comme si la maison informationnelle qui les contenait tendait aux communautés un miroir métalinguistique de leurs actes en situation et des effets de ces actes.

6.4.1.2. *Distinction entre unité et uniformité*

Le paradigme écosystémique proposé par l'économie de l'information sémantique présente de nombreux avantages pour l'étude de la cognition symbolique humaine. Le premier d'entre eux est de mettre en évidence l'unité du phénomène humain. Comme nous l'avons vu chapitre précédent, les sciences comme l'économie, la sociologie, la psychologie, etc., étudient chacune un aspect de la vie culturelle. La spécialisation est évidemment indispensable à tout travail scientifique. Mais elle entraîne insensiblement la pensée vers la réification de découpages qui ne sont d'abord faits que pour des raisons de méthode ou d'utilité pratique. On en vient à croire qu'il existe objectivement une « économie » (par exemple) alors qu'on voulait seulement à l'origine analyser la *dimension économique* du « fait social total ³⁷ ». Je ne crois donc pas que ce soit l'utile découpage disciplinaire qui empêche l'émergence de coopérations efficaces entre sciences de l'homme, mais plutôt l'absence d'un principe de modélisation ou d'un métalangage commun grâce auquel les différentes disciplines pourraient se rencontrer et coordonner leurs activités. Mais, attention, unification ne signifie pas uniformisation. C'est là que se découvre le second avantage du paradigme écosystémique. Car la notion d'écosystème permet de penser simultanément l'interdépendance sur un même territoire (l'unité), la diversité des espèces (la multiplicité)

37. Je rappelle que « fait social total » est une célèbre expression de Marcel Mauss, qu'il a notamment développée dans son *Essai sur le Don*, initialement paru dans *L'année sociologique*, Paris, 1923-1924. Voir le recueil d'article *Sociologie et anthropologie* [MAU 1950], que j'ai déjà évoqué *supra*.

et l'évolution (le changement). Quand nous parlons de l'unité d'un écosystème, nous voulons dire que les transformations touchant telle ou telle espèce affectent les autres. Les transformations se répercutent le long de cycles compliqués sur divers équilibres, à plusieurs échelles temporelles et spatiales. Que l'Océan Atlantique ou la Forêt amazonienne forment des *unités* écologiques n'implique nullement qu'ils soient biologiquement *uniformes*, bien au contraire. Le fonctionnement d'un écosystème suppose une dynamique d'interrelation au sein de la diversité des organismes et des espèces. Que dirait-on d'un biologiste qui prétendrait expliquer tout un écosystème en n'étudiant que les plantes ? Ou d'un autre qui mettrait les insectes et les oiseaux au centre des forêts ? D'un troisième qui ne considérerait que les mammifères ? Eh bien, dans l'étude du fonctionnement des sociétés humaines, nous en sommes là, car chaque discipline n'explore qu'une certaine espèce d'idées, un certain découpage dans le cycle général de transformation de l'information. Alors que les études sont le plus souvent limitées, aujourd'hui, aux analyses des petits bouts de circuits disciplinaires que découpent les sciences de l'homme, la perspective ouverte par l'économie de l'information sémantique permet de suivre l'intégralité des cycles de transformation dans l'univers symbolique. En se donnant pour champ d'observation l'ensemble des objets des sciences humaines, cette économie de l'information pourrait remembrer les organes et les fonctions de la culture pour en découvrir – du même mouvement – l'unité vivante et la diversité foisonnante. Cela n'empêchera nullement ses chercheurs de soutenir des théories rivales ou d'étudier des objets différents.

6.4.2. *Les écosystèmes d'idées en épistémologie*

Le paradigme écologique met l'accent sur le caractère évolutif, systémique et auto-organisé des processus cognitifs distribués. Fort proche de notre concept d'économie de l'information sémantique, la notion d'écosystème d'idées en évolution a été développée par d'importants penseurs contemporains. Alfred North Whitehead (1861-1947) lui a notamment consacré ses livres *La science et le monde moderne* et *Avantures d'idées* ³⁸. Dans le tome 4 de sa *Méthode*, consacré aux *Idées*, Edgar Morin analyse les idées comme des êtres vivants en interaction écologique ³⁹. Dans cette même veine, le grand épistémologue Karl Popper (1902-1994) a postulé l'existence de trois mondes distincts : (1) celui des phénomènes matériels, (2) celui des états psychologiques et (3) celui d'un univers objectif des idées scientifiques où s'entrechoquent et s'associent problèmes, théories hypothétiques et tests empiriques. Selon Popper, les problèmes, conjectures et réfutations auxquels se livrent les savants répondent essentiellement à une dynamique évolutive où les problèmes peuvent être vus

38. *Science and the Modern World* [WHI 1925], *Adventures of Ideas* [WHI 1933]. Sur Whitehead voir, de Isabelle Stengers *Penser avec Whitehead, Une libre et sauvage création de concepts* [STE 2002].

39. Voir, d'Edgar Morin, *La méthode* [MOR 2007].

comme des environnements en transformation, les nouvelles hypothèses comme des mutations cognitives et les réfutations comme des agents de sélection⁴⁰. Ce « monde trois » de l'Intelligence surplombant les âmes et la matière, mais bien évidemment nourri par les mondes inférieurs, nous incite à penser la cognition distribuée humaine comme une circulation de l'information entre (1) la matière des phénomènes, (2) les états psychiques des primates parlants et (3) un univers d'idées objectives obéissant à des règles symboliques, conventionnelles.

Par rapport aux théories des auteurs qui viennent d'être cités, la modélisation des écosystèmes d'idées basée sur la sphère sémantique IEMML se distingue par sa calculabilité et sa relation beaucoup plus précise avec les phénomènes observables. Je dis que cette modélisation est calculable, d'une part, parce que, convenablement codés par des circuits d'information entre USL, les écosystèmes d'idées deviennent entièrement explicites et peuvent faire l'objet de simulations informatiques *open source* et partageables. D'autre part, les phénomènes représentés par ces circuits sémantiques ne sont rien d'autre que les données publiques du Web. Là encore, les rapports entre URL (adresses « physiques » des données du Web) et USL (métadonnées ou formes sémantiques des idées en IEMML) sont entièrement explicites et peuvent être représentés par des fonctions⁴¹. La modélisation formelle des écosystèmes d'idées dans l'Hypercortex coordonné par la sphère sémantique IEMML sera abordée dans la seconde partie de cet ouvrage. Avant d'en venir là, je voudrais évoquer les caractères généraux des écosystèmes d'idées selon le programme de recherche de l'économie de l'information sémantique. Cela me permettra de rappeler certaines notions déjà évoquées aux chapitres 2 et 3 et de dissiper au passage les derniers malentendus théoriques qui pourraient gêner la compréhension du lecteur.

6.4.3. Caractères généraux des écosystèmes d'idées

6.4.3.1. Les écosystèmes d'idées vivent en interdépendance avec les populations humaines

Les écosystèmes d'idées ne peuvent subsister, se reproduire et évoluer qu'*en symbiose* avec des sociétés de primates parlants. Une voiture, un poème, une reine ou une entreprise ont une dimension idéale parce que de telles entités ne peuvent pas survivre dans les systèmes cognitifs des gorilles et parce qu'elles jouent un rôle actif dans la société humaine. Il n'y a pas de « Reine » pour une fourmi comme il y en a pour un sujet du Royaume-Uni. La fourmi a certainement une forme d'intériorité phénoménale qui lui permet de réfléchir des formes visuelles, auditives, tactiles et olfactives. Mais la

40. L'ouvrage de synthèse de Karl Popper intitulé *La connaissance objective* est sous-titré de manière caractéristique « *An evolutionary approach* » [POP 1972].

41. Notamment des fonctions de catégorisation, d'évaluation et de contextualisation, voir le chapitre 13.

fourmi n'obéit pas à une Reine (la catégorie « Reine » dépend elle-même de systèmes complexes de catégories culturelles), elle est commandée par des réflexes musculaires de réponse à des captures sensorielles de phéromones, un peu comme nos neurones, pris isolément, répondent à des excitations électriques et chimiques de manière complexe, certes, mais réflexe, quasi-automatique. Et il n'y a donc pas plus d'idée pour une fourmi que pour un neurone. L'idée vit dans la boucle méta-réflexive ouverte par la symbolisation linguistique, dont seul est capable l'être humain, participant à une *culture*.

6.4.3.2. *Le monde des idées n'est pas séparé du monde sensible*

Les idées appartiennent de plein droit à la nature. Les idées ne sont certes pas des « choses » matérielles (au même niveau de codage que les corps ou les dynamiques neuronales)⁴², mais elles n'existent pas non plus « ailleurs », au sens où le monde idéal serait « un autre monde », totalement *séparé* du monde sensible. Je dis que les idées participent intégralement à la *nature*⁴³, parce qu'elles évoluent parmi les *circuits d'information* engendrés par les activités cognitives des êtres humains vivants, activités qu'elles conditionnent en retour.

Platon, le grand inventeur du monde des idées, oppose l'*eidos* (l'idée) à l'*eïdolon* (l'image) comme l'intelligible réel au sensible illusoire. Pourtant, la langue grecque laisse voir la proximité de l'idée et de l'image : les deux sont des « formes ». Mais la première est une structure saisie par la raison, la faculté discursive humaine, le *logos*, tandis que la seconde est une structure saisie par les sens (vue, ouïe, toucher, etc.). Or nous savons aujourd'hui que la cognition discursive et les phénomènes sont étroitement entrelacés et interdépendants. Même le concept le plus abstrait ne prend sens qu'au sein d'un écosystème logique, sémantique et surtout pragmatique où abondent les intuitions sensibles. symétriquement, il n'y a pas de perception qui ne soit préparée par des attentes, des projections et des hypothèses. Les phénomènes que nous percevons effectivement sont donc saturés de concepts, d'idées, de théories et ils sont mis en scène par nos récits. Les images sensibles de notre expérience quotidienne sont organisées par des apprentissages, des habitudes, des catégories, toute une infrastructure cognitive et culturelle.

C'est le même cerveau, au même instant, qui compute les significations abstraites et les images sensibles, le sens d'un texte et le rayonnement d'un sourire. L'idée vivante qui se déploie dans nos systèmes cognitifs entrelace donc au sein d'un même circuit d'information complexe des catégories, des intensités émotionnelles et des données sensibles.

42. Sur les niveaux de codage, voir la section 2.3.

43. Mais il s'agit évidemment d'une nature de l'information, voir le chapitre 2.

Les idées de l'économie de l'information sémantique *relient* les données des sens et les processus cognitifs de type discursif. Modélisées en IEML dans l'Hypercortex, les écosystèmes d'idées font circuler un courant symbolique entre une sphère sémantique virtuellement infinie, du côté du *logos*, et la mémoire multimédia quasi illimitée des données du Web, du côté des *sens*. Je détaillerai longuement le modèle hypercortical de l'économie de l'information sémantique qui entrelace discursivité et sensibilité dans la seconde partie de cet ouvrage. Retenons pour l'instant que l'économie de l'information sémantique n'implique aucune métaphysique séparatrice. Elle ne choisit pas l'esprit (c'est-à-dire la manipulation symbolique) contre la matière, ni – d'ailleurs – la matière contre l'esprit. Elle modélise leur implication réciproque, le lien inextricable où se reflète la symbiose entre les sociétés de primates parlants et leur économie de l'information.

6.4.3.3. *Les écosystèmes d'idées évoluent*

Les écosystèmes d'idées sont évolutifs. La mémétique⁴⁴ a tendance à mettre en avant une sélection à court terme et à l'échelle de « petites » unités : les idées qui se reproduisent seraient celles qui sont le mieux capables de capter l'attention des humains. Les méméticiens prennent souvent l'exemple des chansons à succès, rengaines et autres vers d'oreille, qu'on ne peut plus chasser de son esprit une fois qu'on les a entendues. J'aurais plutôt tendance à souligner pour ma part une sélection à *long terme* (l'unité de temps étant la génération) et à *l'échelle macro* des écosystèmes d'idées.

44. Le terme de « mème » a été forgé par Richard Dawkins [DAW 1976] sur le modèle du « gène », afin de désigner une entité culturelle autoreproductrice qui circule entre les humains. La mémétique issue de l'hypothèse de Dawkins (voir par exemple, sous la direction de R. Anger *Darwinizing Culture : The Status of Memetics as a Science*, avec une préface de Daniel Dennett [ANG 2000]) et l'écologie des représentations de Dan Sperber (voir *La contagion des idées* [SPE 1996]) sont parmi les écoles de pensée qui ont le plus explicitement adopté le paradigme écosystémique pour l'étude de la culture. Mais la seule prise en compte des mèmes ne peut fournir un cadre de travail explicatif suffisant pour une économie (ou une écologie) de la culture. Une poussière de petits mèmes autoreproducteurs ne suffit pas à expliquer le Temple de Shiva à Chidambaram, le Zhuangzi, la Chapelle Sixtine, le code Napoléon, la constitution des Etats-Unis, ou la Théorie de la relativité. Seuls des équivalents culturels des organismes, c'est-à-dire des *écosystèmes d'idées complexes évoluant en interdépendance*, peuvent rendre compte des formes de la vie de l'esprit, de leur persistance et de leur métamorphoses. De plus, selon les méméticiens, les mèmes - ou représentations - se reproduisent directement dans le *cerveau* des humains, c'est-à-dire en fin de compte *dans des organismes biologiques*, comme des virus, et non pas dans un équivalent culturel des organismes. Or même si elle est entretenue par les états mentaux de sujets psychiques eux-mêmes incarnés physiquement, une idée *ne se reproduit pas directement* dans les *cerveaux*. Les mèmes culturels et les cerveaux biologiques n'appartiennent tout simplement pas à la même couche de codage de l'information (voir la section 2.3). Finalement, contrairement à la biologie moléculaire qui a bel et bien décrypté le code génétique, la mémétique n'a décrypté aucun « code mémétique », ni un quelconque alphabet des représentations.

L'évolution culturelle sélectionne les écosystèmes d'idées permettant aux populations humaines qui les entretiennent de mieux survivre et prospérer dans une conjoncture historique et géographique donnée. Bien entendu, selon cette approche, il n'existe pas de « bons » écosystèmes d'idées - et encore moins de « bonnes » idées - dans l'absolu. L'avantage compétitif qu'une idée a sur une autre doit être rapportée à son rôle et à ses interactions dans un écosystème donné : une idée est « meilleure » qu'une autre dans la mesure où elle est plus coopérative dans l'écosystème auquel elle participe, c'est-à-dire si elle améliore la reproduction des autres idées de la même culture. Ni la relativité générale ni les droits de l'homme n'auraient été de bonnes idées dans l'Égypte pharaonique. Certaines idées peuvent connaître un grand succès à court terme (elles se reproduisent massivement dans les esprits) quoiqu'elles entraînent les populations qui les adoptent vers un appauvrissement économique, des désastres militaires ou la stérilité culturelle à long terme : on dira qu'elles ne sont pas « durables ». Par ailleurs, un écosystème d'idées qui donne un avantage compétitif à la population qui l'entretient dans une conjoncture historique donnée pourra lui faire perdre cet avantage dans une conjoncture différente. Par exemple l'écriture, l'architecture, la religion et le système politique égyptien de l'époque pharaonique ont donné aux populations vivant au bord du Nil un avantage compétitif sur les peuplades nomades et moins bien organisées qui les entouraient. Mais après trois mille ans de symbiose réussie avec une population d'humains, l'écosystème d'idées de l'Égypte pharaonique n'a pas résisté⁴⁵ à la rencontre des civilisations grecques puis romaines, basées sur d'autres systèmes d'écriture, d'autres systèmes politiques et d'autres religions.

6.5. L'économie de l'information sémantique dans le médium numérique

6.5.1. *Les prophètes des médias et du global brain*

Indépendamment des travaux des anthropologues, des épistémologues et des économistes, le thème d'une économie de l'information sémantique décrivant le fonctionnement des sociétés humaines sur le mode d'une cognition distribuée se reflétant et s'unifiant dans le médium numérique a déjà fait l'objet de nombreux travaux durant les quarante dernières années, avec une nette accélération depuis quinze ans du fait du développement de l'Internet et de la reconnaissance croissante de l'économie du savoir. Dès 1964, Marshall McLuhan écrivait : « Nous avons déjà traduit ou prolongé notre système nerveux central dans la technologie électromagnétique. Nous n'aurions qu'un pas de plus à faire pour transférer aussi notre conscience au monde des ordinateurs » et « La traduction actuelle de toute notre vie en cette forme spirituelle qu'est l'information pourrait faire du globe tout entier et de la famille humaine une conscience unique ⁴⁶ ».

45. L'écriture hiéroglyphique n'est plus pratiquée à partir du IV^e siècle.

46. Voir *Pour comprendre les médias*, dans le chapitre sur les ordinateurs, p. 464 de l'édition de 2003 de Terrence Gordon [MAC 1964]. McLuhan exprime ici son intuition (correcte, à mon

J'ai moi-même abordé l'économie de l'information sémantique par le biais d'une interrogation sur l'intelligence collective, c'est-à-dire sur la structure du système cognitif collectif, ou de l'écologie cognitive formée par la culture humaine dans son environnement médiatique⁴⁷. L'intelligence collective émergeant du réseau numérique est également traitée par de nombreux auteurs comme Joël de Rosnay (le cybionte)⁴⁸, Kevin Kelly (l'esprit de la ruche)⁴⁹, Derrick de Kerckhove (l'intelligence connective)⁵⁰, Francis Heylighen (le super-cerveau)⁵¹, Howard Bloom (le cerveau global)⁵², Steven Johnson (l'intelligente émergente)⁵³, Howard Rheingold (foules intelligentes)⁵⁴, etc. Même si les appellations diffèrent, un objet commun semble se dégager. Les auteurs que je viens de citer ont beaucoup fait pour attirer l'attention du public sur les enjeux fondamentaux du nouveau médium de communication numérique. Malheureusement, bien souvent, les modèles présentés sont d'inspiration biologique, technologique ou systémique, mais sans grande profondeur du point de vue des sciences humaines ou des sciences cognitives. Ils parviennent rarement jusqu'à l'intégration de la nature proprement symbolique, langagière et créatrice de sens – ou herméneutique – de la culture, dans leurs analyses du *global brain*. Pour le dire en une phrase : si le médium numérique agité de flux électroniques binaires constitue bel et bien une sorte de cerveau fractal planétaire, nous ne disposons toujours pas du système symbolique – du métalangage d'explicitation ! – qui donnerait quelque chose comme une parole, et donc une conscience réflexive, à ce cerveau. Et nous verrons dans la seconde partie que, si l'on peut parler *sur un mode poétique* (comme le font par exemple Teilhard de Chardin et Marshall McLuhan) de super-conscience ou de conscience mondiale, la

avis) de la direction d'évolution de la civilisation mondiale en voie d'émergence. Mais je ne reprends pas à mon compte la notion de « conscience unique » qui devrait être prise en un sens poétique plutôt que littéralement.

47. Voir notamment *Les technologies de l'intelligence* [LVY 1990], *L'intelligence collective* [LVY 1994b], *Qu'est-ce que le virtuel ?* [LVY 1995], où j'introduis la notion d'Hypercortex et *World philosophie* [LVY 2000] qui annonce une actualisation réflexive de la noosphère dans le médium numérique.

48. Voir notamment *L'homme symbiotique* [ROS 1995].

49. Voir : *Out of Control. The New Biology of Machines, Social Systems and the Economic World* [KEL 1994].

50. Voir notamment *Connected Intelligence* [KER 1997].

51. Voir par exemple « The World-Wide Web as a Super-Brain : from metaphor to model » [HEY 1996].

52. Voir : *Global Brain, the Evolution of Mass Mind from the Big Bang to the 21st Century* [BLO 2000].

53. Voir *Emergence, The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and software* [JOH 2001].

54. Voir *Smart Mobs, The next social Revolution* [RHE 2002]. Howard Rheingold (@hrheingold sur Twitter) est un pionnier de la réflexion sur la révolution numérique et les communautés virtuelles. Ses travaux les plus récents concernent la « *digital literacy* ».

seule conscience possible de l'intelligence collective humaine est à proprement parler celle qui se reflète dans les consciences individuelles de personnes vivantes.

6.5.2. Economie de l'information sémantique et bien commun dans le médium numérique

Supposons maintenant que les données numériques *publiques*⁵⁵ aient acquis - d'une manière ou d'une autre - le statut de bien commun. Comment gérer ce bien commun d'une manière durable ? Quelle devrait être l'allure d'une économie de l'information capable d'exploiter, de cultiver et de développer un tel bien commun ?

Les nouvelles conditions économiques créées par le médium numérique peuvent se ramener à deux points principaux. Premièrement, une fois l'information créée, elle peut être dupliquée et transmise à un coût financier négligeable. Deuxièmement, tous les agents de l'économie de l'information ont virtuellement accès aux autres agents (et, de plus en plus, sur un mode P2P). Les conséquences de ces deux fondements de la nouvelle économie numérique sont doubles.

Premièrement, un bien informationnel original existant à un seul exemplaire, à une adresse Web unique, est potentiellement disponible partout en quantité illimitée et à un coût négligeable⁵⁶. Dans ces conditions, la consommation d'information n'est pas destructive et son appropriation n'est pas exclusive. Le mouvement du logiciel libre, le *copyleft* et la licence *creative commons*⁵⁷ ont commencé à donner une forme juridique à cette notion d'appropriation non exclusive. Il faut évidemment bien distinguer entre duplication et transmission, d'un côté, et création d'un autre côté. La création nécessite un travail souvent difficile, l'entretien physique des créateurs, un long processus de formation, des infrastructures politiques, sociales et éducatives... tous facteurs qui sont loin d'être gratuits. C'est pourquoi le débat sur la propriété intellectuelle dans le monde numérique tourne autour d'une libération de la reproduction, de l'usage et de la communication de l'information qui ne tuerait pas la poule aux œufs d'or de la création originale. Un des problèmes de la gestion du bien commun informationnel pourrait se formuler ainsi : comment exploiter de manière optimale au service du développement humain l'information déjà créée... mais sans tarir - et même en stimulant ! - la source de la création ?

55. J'insiste sur le mot *public* afin de réserver à la *privacy* tous ses droits légitimes.

56. Le coût n'est évidemment pas nul. Il faut entretenir et renouveler les logiciels, les serveurs et les réseaux. De plus, le fonctionnement du médium numérique exige une consommation de matières premières et d'énergie.

57. Voir notamment, de Lawrence Lessig, l'inventeur de la licence *creative commons* : *Free culture* (<http://free-culture.org>) [LES 2004].

Deuxièmement, l'existence de chacun des biens communs informationnels en ligne peut être connue - idéalement de manière instantanée - de tous les agents. Le marché de l'information dans le médium numérique tend vers la transparence. Même dans le cas de biens matériels ou de services classiques, l'information au sujet des prix, des qualités et des particularités des produits est de plus en plus accessible. En outre, cette information est largement commentée et discutée dans des conversations créatrices de consommateurs, concepteurs, producteurs, spécialistes de la mise en marché, etc ⁵⁸. Les règles du jeu sont donc *aussi* bouleversées dans le commerce des biens matériels et des services en présentiel, puisque tout marché est doublé d'un marché de l'information, marché qui - dans le médium numérique comme dans la foire ou le bazar - prend souvent l'aspect d'une conversation.

De fait, il y a tellement d'information disponible dans le médium numérique que l'obstacle pour y accéder tient plutôt à cette abondance même : comment trouver l'aiguille de l'information pertinente dans la botte de foin gigantesque des données numériques ? Une autre manière de poser le problème est celui de la mesure de la valeur. Puisque tous les biens informationnels sont techniquement abondants une fois qu'ils sont produits (l'offre est presque infinie), on ne peut plus mesurer la valeur à la rareté ou à la simple tension mécanique entre l'offre et la demande. La disponibilité de l'information n'étant plus une contrainte à surmonter, les biens communs informationnels gagnent et perdent de la valeur principalement en fonction de leur *signification* et de leur *pertinence* pour les communautés - ou les conversations créatrices - qui s'en servent. Par exemple, ils peuvent perdre de la valeur par obsolescence de la connaissance incorporée. Ils peuvent inversement gagner de la valeur par une multiplication d'interprétations suscitant un afflux d'intérêt, ou bien parce qu'une traduction les rend pertinents pour un plus vaste public. D'un point de vue économique, on dira que la valeur de l'information sémantique dépend du service rendu, qui est nécessairement contextuel. Quoiqu'il en soit, la valeur pour les uns ne sera pas la même que la valeur pour les autres et cette valeur se mesurera de plus en plus sur un mode collaboratif au sein de conversations créatrices ⁵⁹. Sous peine de laisser échapper la valeur de son bien principal, l'économie de l'information doit se métamorphoser en économie de l'information sémantique. Puisque la valeur de l'information dépend de son sens, l'économie de l'information doit être capable de modéliser les contextes significatifs et les environnements pratiques où se détermine le sens. Il nous faut donc imaginer un dispositif sociotechnique qui soit capable de répondre à la question centrale de l'utilisateur : *où se trouve l'information qui a le plus de valeur... pour moi ?*

58. La chose était claire dès la fin du xx^e siècle, voir de Levine, Locke, Searls et Weinberger : *The Cluetrain Manifesto, the End of Business as Usual* [LEV 1999].

59. Comme en témoignent les systèmes de filtrage et de recommandation collaboratifs de plus en plus raffinés dans le médium numérique. Voir par exemple, de Herlocker et alii, « Evaluating Collaborative Filtering Recommender systems » [HER 2004].

Pour l'économie de l'information coordonnée par la sphère sémantique IEML, la mesure de la valeur des biens intellectuels ou culturels et la formalisation des contextes où s'évaluent ces biens doit être laissée ouverte au plus grand nombre de jeux d'intelligence collective (autogérés) possibles, tout en ouvrant la porte aux échanges et collaborations entre ces jeux grâce à l'utilisation d'un cadre de modélisation et de calcul commun. On observe déjà en pointillé les acteurs de ces multitudes de jeux différents se regrouper en communautés virtuelles de producteurs, consommateurs, *marketers*, lecteurs, spectateurs, éditeurs, amateurs, critiques, auteurs, artistes, chercheurs, étudiants, professeurs, patients, médecins... A chaque type de jeu d'interprétation collective correspond un univers sémantique particulier (une certaine manière d'organiser ou de « taguer » la mémoire commune), ainsi qu'un mode singulier de mesure de la valeur. A chaque conversation créatrice son écosystème d'idées. On peut imaginer que les conversations créatrices assureront leur durabilité en mettant en place des circuits de redistribution de valeur (monétaire ou autre) aux créateurs comme à ceux qui prennent soin des infrastructures de communication et de leur maintenance. Grâce à la grille commune fournie par la sphère sémantique IEML, les jeux d'interprétation collective pourraient entrer en relation explicite de compétition coopérative, échanger et recombinaison des éléments de leurs univers et de leurs règles, tout en reflétant les valeurs, les choix et les intérêts de communautés indéfiniment diverses. Je propose de considérer les *jeux d'intelligence collective* auxquels se livrent les conversations créatrices comme les *agents* variés, évolutifs et mutants de l'économie de l'information sémantique, puisque ce sont eux qui produisent, transforment et distribuent la valeur. Il y aurait ainsi, dans l'univers virtuel de la mémoire humaine, autant de jeux d'interprétation collective en interaction que de conversations créatrices attachées à exploiter et enrichir au mieux la ressource commune selon des perspectives originales.

La seconde partie de cet ouvrage va maintenant détailler la *modélisation réflexive des activités cognitives humaines* dans le médium numérique, un médium numérique parachevé en Hypercortex par la sphère sémantique IEML.

DEUXIÈME PARTIE

Modéliser la cognition

« There are more things in heaven and earth, Horatio,
Than are dreamt of in your philosophy »¹.

SHAKESPEARE, *Hamlet*, I, 5.

« Dans la nature de l'un, semblable à l'espace, se manifestent les nombreux systèmes philosophiques de l'intellect discriminant. Tous se réunifient dans l'esprit d'éveil de la grande perfection. A la manière du ciel, il embrasse tout et, en se déployant, il devient le vaste lieu d'origine de tous les phénomènes. »

LONGCHENPA *La Liberté naturelle de l'esprit*².

« Une collectivité harmonisée des consciences, équivalente à une sorte de super-conscience, la Terre non seulement se couvrant de grains de pensée par myriades, mais enveloppant d'une seule enveloppe pensante, jusqu'à ne plus former fonctionnellement qu'un seul vaste Grain de Pensée, à l'échelle sidérale. La pluralité des réflexions individuelles se groupant et se renforçant dans l'acte d'une seule Réflexion unanime. »

PIERRE TEILHARD DE CHARDIN *Hymne de l'univers*

1. « Il y a plus de choses dans le ciel et sur la terre, Horatio, que n'en rêve votre philosophie. »

2. Trad. Philippe Cornu (Tibet, XIV^e siècle).

Chapitre 7

Introduction à une connaissance scientifique de l'esprit

7.1. La recherche

7.1.1. *Profession de foi pragmatique*

Mon programme de recherche vise l'augmentation de la puissance humaine en général et les capacités de développement humain en particulier. Le modèle présenté ici se justifie sur un mode pragmatique : sa fonction est avant tout de soutenir une visée d'augmentation cognitive de l'espèce. Je ne prétends donc pas déduire mes hypothèses de principes axiomatiques absolument vrais ou de raisonnements logiques certains. Je pense que mes hypothèses sont pertinentes *par leurs résultats* : elles permettent de fonder raisonnablement une connaissance scientifique de l'esprit, une connaissance qui exploite autant que possible les nouvelles possibilités d'enregistrement et de calcul ubiquitaires dans le médium numérique.

7.1.2. *Questions initiales*

L'Internet augmente déjà nos processus cognitifs individuels et collectifs : il nous donne accès à une foule de données multimédia en temps réel, multipliant ainsi notre capacité de mémoire et de perception. Il nous permet également de communiquer et de nous coordonner à une échelle inconnue des générations qui nous ont précédées. Mais bien que le médium numérique accueille progressivement toutes les œuvres de l'esprit accumulées par l'humanité depuis des siècles ¹, bien qu'il affiche l'immense majorité

1. Voir par exemple, du point de vue de l'ingénierie informatique : [SAL 2008].

de nos pensées et de nos messages contemporains, bien qu'il soit devenu le milieu privilégié de nos échanges et de nos transactions, il n'offre encore aucune image lisible du fonctionnement de notre intelligence collective. Pourtant, toutes les données sont là, ubiquitaires, prêtes à être traitées par une puissance de calcul en croissance continue. Sans doute les données peuvent-elles être retrouvées et analysées à l'échelle de documents ou de collections de documents bien organisées (notamment par des ontologies), mais les dynamiques cognitives d'ensemble restent opaques. Comment modéliser les processus cognitifs des conversations créatives en ligne tout en perfectionnant la gestion de leurs connaissances ? Comment transformer l'Internet en observatoire rigoureux des phénomènes économiques, sociaux et culturels au service du développement humain ? En un mot, comment exploiter toutes les ressources du médium numérique pour accroître l'intelligence collective ² ? La réponse à ces questions, que je me pose depuis le début des années 1990, passe évidemment par une théorie scientifique de l'intelligence collective humaine. Or, du moins avant le modèle IEML exposé dans cet ouvrage, nous ne disposons pas d'une telle théorie.

7.1.3. *Instrumentation*

Dès la fin du XX^e siècle, il m'apparaissait évident que l'éclosion du médium numérique créait de nouvelles conditions pour la modélisation scientifique de la cognition symbolique. L'outil de modélisation n'était plus l'« ordinateur » mais l'ensemble interconnecté des automates manipulateurs de symboles, une société d'agents évolutive, en croissance accélérée. Les données à manipuler pour simuler la cognition n'étaient plus contenues dans une base de données particulière et bien délimitée, elles jaillissaient dans l'immense hypertexte multimédia du Web : un réservoir mondial partout accessible, alimenté en continu par les activités multiformes des internautes et par une myriade de capteurs distribués. C'est pourquoi mes recherches ont porté sur une modélisation de la cognition symbolique humaine qui exploitât pleinement l'instrument d'observation et de calcul dont nous disposions désormais. A l'âge classique, dans le nouvel environnement de communication ouvert par l'imprimerie (instrument de reproduction et de diffusion des idées), les inventions de la lunette astronomique et du microscope (instruments matériels d'observation), sans oublier le calcul infinitésimal (instrument symbolique de computation), avaient élargi les horizons de la cosmologie et de la physique. De la même manière, les possibilités de communication, d'enregistrement et de calcul distribué du médium numérique nous invitent aujourd'hui à étendre les horizons des sciences de la cognition. Symétriquement, il faut envisager une amélioration des outils techniques qui prenne sa source dans le domaine scientifique : un perfectionnement de la modélisation scientifique de la cognition pourrait

2. Sur la notion d'intelligence collective, voir par exemple [LVY 1994b, TOV 2008, NGU 2009, KAP 2009, KAP 2010].

conférer au médium numérique la transparence et la réflexivité qui lui manque encore en 2011, au moment où j'écris ces lignes.

7.1.4. *Sujet-objet*

Une des premières questions qui se posait à moi était celle du sujet de la cognition. Qui ou quoi pense ? Une des premières réponses qui vient à l'esprit est le « cerveau ». Ce n'est pourtant pas celle que j'ai retenue. Certes, je ne mets pas en doute que le cerveau soit *un support biologique* indispensable de la cognition humaine. Mais modéliser le « cerveau » et modéliser la cognition symbolique humaine sont deux choses différentes. Même à ne considérer que le support physico-biologique de la cognition symbolique, ni un cerveau isolé ni même un corps humain ne sont suffisants. Pour produire de la pensée symbolique, il faut au moins une *société* inscrite dans un environnement naturel et technique. Et la société se trouve le plus souvent à la confluence de plusieurs traditions culturelles. Il n'y a de sujet *personnel* de la cognition qu'immergé dans des systèmes cognitifs socio-culturels plus vastes que lui et de qui ce sujet personnel reçoit langues, coutumes, valeurs, outils, etc. Même si elle se manifeste dans une conscience réflexive ou une intelligence personnelle qui est indubitablement individuelle, la cognition symbolique s'inscrit nécessairement dans un champ collectif de type culturel. Je considère le cerveau humain comme un processeur cognitif fondamental, mais je crois que la cognition symbolique n'émerge que de l'interconnexion de cerveaux qui mettent en œuvre de manière coordonnée des « programmes » culturels. Dans la suite de ce livre, j'appellerai *Cortex* le réseau des cerveaux humains coopérant dans l'utilisation de systèmes symboliques en s'appuyant sur une culture matérielle.

L'*objet* principal de ma quête scientifique, tout comme le *sujet* capable de connaître cet objet, n'est autre que l'esprit, à savoir la cognition symbolique humaine considérée dans son dynamisme et son contenu propre, indépendamment de ses supports technobiologiques (même si, évidemment, de tels supports constituent une condition nécessaire à son existence même). Les processus socio-sémantiques distribués désignés par le mot « esprit » incluent les processus cognitifs infra-personnels, personnels, collectifs, conscients et inconscients, à toutes les échelles temporelles, étant entendu que des systèmes symboliques (donc culturels) interviennent à tous les niveaux et à toutes les échelles³. Dans l'ensemble de ce texte, le mot « esprit » désigne *la sphère de communication entre les fonctions de la cognition symbolique*. Comme on le verra, le modèle IEML de l'esprit assure la comptabilité et l'interopérabilité de ces fonctions.

3. Il me semble que mon approche est compatible avec la philosophie de la cognition dite « 4E » pour « Embodied, Embedded, Enactive, Extended » telle qu'elle est par exemple illustrée par Harry Halpin, Andy Clark et Michael Wheeler dans leur article « Towards a Philosophy of the Web : Representation, Enaction, Collective Intelligence » [HAL 2010].

7.1.5. *Méthode et résultat*

Le postulat initial de toute mon entreprise est que *l'esprit se prête à la modélisation scientifique*. Cela signifie que, moyennant d'inévitables abstractions et simplifications, il est possible de décrire l'esprit humain par un système cohérent de fonctions calculables. A partir de cette intuition originelle, mon travail de recherche a consisté à élaborer un modèle formel de l'esprit qui réponde aux exigences de la méthode scientifique contemporaine et qui exploite autant que possible le réservoir de données et la puissance de calcul du médium numérique. Dès que j'ai obtenu ma Chaire de Recherche du Canada en Intelligence collective à l'Université d'Ottawa, en juin 2002, je me suis engagé corps et âme dans une démarche de recherche au long cours, une sorte de marathon intellectuel dont je n'imaginai pas, à l'époque, qu'il durerait dix ans. J'ai travaillé dans des conditions exceptionnelles : ma charge d'enseignement était réduite et je disposais d'un financement garanti, que j'ai principalement utilisé pour m'assurer la collaboration de divers experts. Pendant ces dix années, afin de résoudre les problèmes rencontrés sur mon chemin, j'ai été obligé de me perfectionner en informatique, en mathématiques, en linguistique et en design graphique. J'ai lu des articles de sciences cognitives, mais aussi beaucoup de philosophie, principalement des classiques de diverses traditions. Comme je l'ai expliqué dans l'introduction de ce livre, pendant toutes ces années, une poignée de cinq ou six éléments m'a tenu lieu de fil d'Ariane (signe, être, chose, virtuel, actuel, vide). Je les ai représentés et combinés de toutes sortes de manières en utilisant une large palette de logiciels, jusqu'à ce que j'obtienne la version satisfaisante du langage IEML qui sera décrite dans le tome 2. Il va sans dire que cette recherche s'est effectuée sur un mode « organique », avec d'innombrables mouvements d'essais et erreurs, des retours périodiques en spirale sur les mêmes problèmes légèrement modifiés ou approfondis et sans que j'aie aucune garantie d'arriver en fin de compte à un dénouement. Le principal résultat de mon travail est une *percée scientifique* dans l'étude de la cognition symbolique humaine : la mise au point de la sphère sémantique IEML, un système de coordonnées permettant la représentation de l'esprit comme une nature unique, infinie et descriptible par des fonctions calculables. Cette sphère sémantique constitue l'armature mathématico-linguistique d'un *Hypercortex* numérique permettant d'observer et de simuler les processus cognitifs humains.

L'exposé qui suit présente une reconstruction logique simplifiée de mon parcours de recherche plutôt qu'un récit historique du détail de mes essais et de mes erreurs. Les contraintes de la publication sur papier m'obligent à présenter ce travail en deux volumes successifs, mais le lecteur⁴ doit savoir que les deux tomes forment un tout et que de nombreux aspects du langage IEML ne seront dévoilés qu'au tome 2, et notamment son dictionnaire, ses règles de grammaire et sa topologie sémantique. La complexité du modèle que je présente ici m'a obligé à une certaine redondance : chaque

4. Le lecteur est un terme neutre qui désigne toujours dans ce texte *un lecteur ou une lectrice*.

	Virtuel	Actuel
Invisible	Message	Médium
Visible	Médium	Message

Tableau 7.1 – Médium et message dans la nature de la communication

chapitre se concentre sur un aspect particulier mais rappelle certains éléments du tout afin de rendre le chapitre compréhensible. L'introduction de la seconde partie présente un synopsis général du modèle qui sera développé dans le reste du volume. Le lecteur pourra s'y reporter quand le besoin d'une vision d'ensemble se fera sentir.

7.2. L'esprit dans la nature

7.2.1. L'uni-dualité de la nature communicationnelle

La nature dont je vais maintenant décrire la structure n'est ni absolue ni éternelle. Le mot « nature » est ici un terme technique dont deux conditions de validité définissent les limites. Premièrement, cette nature émerge de la *cognition symbolique*. Elle ne préexiste donc pas à l'apparition de notre espèce au cours de l'évolution biologique. Je ne possède aucune lumière sur ce que serait la nature indépendamment de sa réflexion dans la conscience humaine. Deuxièmement, la nature dont je vais parler apparaît à la connaissance humaine dans une *perspective scientifique*. Ce que signifie l'expression « connaissance scientifique » est précisément l'enjeu de cette seconde partie et ne se découvrira donc que progressivement. Mais je voulais souligner d'entrée de jeu que d'autres formes de connaissance que la connaissance scientifique peuvent évidemment mener à d'autres représentations de la nature et à d'autres visions du monde en général, les unes et les autres tout aussi pertinentes que la mienne *dans leurs propres domaines de validité*.

7.2.1.1. Les sphères de communication virtuelle et actuelle

Je pars du principe que la nature est communication, c'est-à-dire qu'il s'y échange des messages porteurs d'information. On peut distinguer deux grandes sphères de communication : la sphère de l'actuel (la « matière » du sens commun) et la sphère du virtuel (l'« esprit » du sens commun). Par *actuel* je n'entends nullement quelque substance particulière mais la sphère de communication dont les messages sont les phénomènes sensibles. De même, le *virtuel* n'est pas considéré ici comme une substance mais plutôt comme une sphère de communication dont les messages sont des formes intelligibles ou concepts (donc invisibles). Les concepts sont évidemment reçus, manipulés et émis par des processus de cognition symbolique. Virtuel et actuel s'impliquent réciproquement puisque le *médium* des messages invisibles - ou des signifiés - ne peut être que visible, ou sensible en général. En effet, les signifiés se présentent forcément à nos sens par l'intermédiaire de signifiants sensibles, que ce soit dans la perception,

l'imagination, la fiction ou le rêve. Symétriquement, les formes sensibles du monde phénoménal, ne peuvent nous apparaître que portées par le médium de la cognition symbolique puisque, lorsqu'elles sont appréhendées, ces formes sont nécessairement catégorisées et insérées dans une narration ou une théorie quelconque : elles ont un sens (voir le tableau 7.1). Ainsi, dans la sphère de communication virtuelle - ou nature de l'esprit - les messages (sémantiques) sont invisibles et les médias visibles. En revanche, dans la sphère de communication actuelle - ou nature matérielle - les messages sont visibles et les médias (les processus de cognition symboliques) invisibles.

7.2.1.2. *L'espace-temps actuel*

La science de la nature matérielle situe la communication entre phénomènes sensibles dans un système de coordonnées spatio-temporel. Si l'on met de côté les effets relativistes et la théorie des cordes, l'espace actuel se présente ici sous une forme géométrique tridimensionnelle tandis que le temps se présente comme une pure succession linéaire ou séquentielle. Cet espace-temps de la science est une convention utile pour la coordination des activités humaines et la description fonctionnelle (mathématique) de la communication entre phénomènes matériels. Ce système de coordonnées spatio-temporel ne constitue nullement une donnée spontanée de l'expérience. Il s'agit évidemment d'un acquis relativement récent de l'évolution culturelle dont le principal avantage est de mener à des représentations universelles, calculables et interopérables des phénomènes physiques. L'activité scientifique et technique a *conquis* ou construit cet espace-temps par un travail de plusieurs siècles. Il a été intégré progressivement à la vie quotidienne et aux représentations courantes par de nombreuses institutions techno-sociales comme, par exemple, les horloges, calendriers, fuseaux horaires, cartes, GPS, laboratoires et réseaux de mesure de toutes sortes... Par construction, dans la nature matérielle décrite par la science, la communication prend la forme de circuits causaux. Aussi complexes soient-ils, ces circuits se tracent intégralement à l'intérieur du système de coordonnées spatio-temporel. De ce fait, une cause se situe forcément avant son effet. Les comportements finalisés - ou téléonomiques - existent bel et bien mais ils émergent de rétroactions en boucle, ou de programmes exécutés automatiquement, et peuvent donc toujours être ramenés à des séquences temporelles dans lesquelles la causalité (et donc la communication) circule du passé vers le futur.

7.2.1.3. *L'espace-temps virtuel*

Imaginons maintenant une science de l'esprit. A quoi devrait ressembler le système de coordonnées, c'est-à-dire le cadre fondamental de communication, de la sphère virtuelle ? Il est clair, pour commencer, que l'espace géométrique tridimensionnel n'est pas adéquat à la localisation des concepts. Nul ne peut dire où se situe la justice ou la vérité en général *dans* l'espace tridimensionnel, même si l'on peut montrer des lieux physiques et des moments où ces concepts s'actualisent. On ne peut non plus dire qu'ils se situent *dans* nos cerveaux puisqu'une observation poussée des dits cerveaux ne montrera jamais que des neurones, des circuits d'excitations, des décharges de neurotransmetteurs dans des synapses... mais jamais de concepts. J'admets qu'il

nous est impossible de penser à un concept quelconque sans un cerveau en état de marche mais, de ce qu'un cerveau soit un support indispensable à la pensée on ne peut déduire que les concepts soient *situés dans* le cerveau (au sens où l'on dit que les neurones sont situés dans le cerveau). Neurones et concepts appartiennent à deux sphères de communication différentes. Je montrerai dans la suite de ce livre qu'un système de coordonnées de l'esprit doit se présenter comme un *réseau hypercomplexe de concepts en relations*. On trouvera par exemple que, dans ce système de coordonnées, le concept de justice est en relation avec les concepts d'injustice, d'équilibre, d'égalité, de droit, de décision, d'innocence, de culpabilité, de rétribution, etc. Les concepts sont interconnectés *selon des rapports de sens* « dans » un enchevêtrement fractal de *circuits sémantiques* qui possède une structure fort différente de celle de l'espace géométrique coordonnant la sphère actuelle.

Et le temps ? Il est clair que l'univers du sens ne s'organise pas selon une temporalité simplement séquentielle. Il n'est pas besoin d'être grand clerc, en effet, pour s'apercevoir que, même si les pensées se succèdent dans notre expérience sur un mode séquentiel, chaque pensée, au moment où elle se manifeste, fait aussi résonner des pensées *antérieures* le long de circuits sémantiques et affectifs complexes. Dans l'esprit, la communication conduit la transmission et la transformation du sens. Son opération n'est pas causale mais interprétative. La cognition symbolique dépose, organise et réorganise les rapports de sens dans une mémoire interprétative dynamique au sein de laquelle expériences de vie et apprentissages rétroagissent sur notre compréhension - et donc sur le sens - des événements passés. Dans le monde des idées, le passé virtuel de la mémoire peut être affecté par son futur. Distinct de la causalité matérielle, c'est ici le temps du *récit* qui aménage le déroulement de la signification. Le temps virtuel de la mémoire - c'est-à-dire la dynamique du sens - se tisse, se détisse et se retisse selon des motifs narratifs hypertextuels. La communication sémantique se propage simultanément dans les multiples embranchements des récits et des théories qui structurent l'univers réticulaire de la cognition symbolique. Loin d'être séquentiels ou simplement arborescents, les canaux porteurs de la communication sémantique s'organisent en rhizomes qui poussent et buissonnent dans toutes les directions de l'esprit. Certes, sur le plan du médium visible de l'esprit (voir tableau 7.1), celui de la lecture et de l'écriture des signifiants, il existe toujours un « avant » et un « après » sur une ligne séquentielle irréversible. Mais le message invisible du sens se déploie en rhizome dans la durée vivante de la mémoire.

7.2.1.4. *Coémergence interdépendante des sphères virtuelle et actuelle*

Puisque la nature est communication, il nous faut maintenant penser la relation entre le virtuel et l'actuel. On a vu (Tableau 7.1) que ces deux sphères de la nature croisaient leur médium et leur message. D'un côté, il ne pourrait exister de monde virtuel du sens sans le support signifiant et biologique de phénomènes actuels. D'un autre côté, les phénomènes sensibles de la sphère actuelle sont définis par des processus de cognition symbolique qui construisent activement la signification de ces phénomènes,

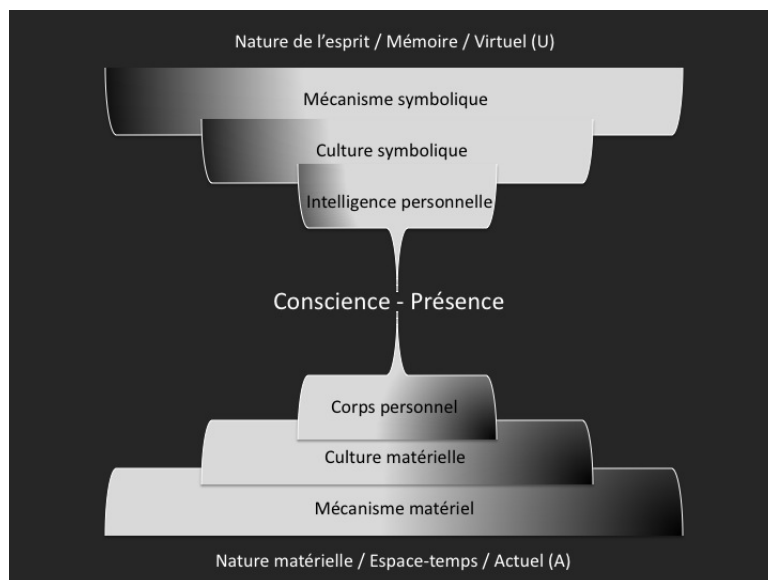


Figure 7.1 – La nature de l'information et de la communication : esprit, présence, matière

même lorsque les formes sensibles se présentent comme l'éclosion évidente et directe de réalités déjà là. Pas de nature physique⁵ sans catégorisation conceptuelle ni polarisation affective. Pas de monde spirituel ou intellectuel sans signifiants sensibles ni supports bio-cosmiques. Dans la nature de la communication, l'esprit n'est pas le « contraire » de la matière mais son partenaire : virtuel et actuel, noumène et phénomène, sphère physique et sphère métaphysique co-émergent de manière interdépendante, chacun d'eux ayant activement besoin de l'autre pour se produire. L'uni-dualité complexe de la nature communicationnelle étant ainsi posée, il s'agit maintenant d'ouvrir la voie à une description de l'« esprit » qui soit aussi scientifique que la description de la « matière » atteinte par la physique, les sciences moléculaires et la biologie. Mais avant d'avancer plus loin sur ce chemin, arrêtons-nous un instant devant le carrefour mystérieux où communiquent et s'échangent le virtuel et l'actuel : la présence humaine.

7.2.2. *L'uni-ternarité de la nature communicationnelle*

L'espèce humaine se trouve au « centre » de la nature ici décrite parce qu'elle est, jusqu'à nouvel ordre, la seule porteuse consciente des formes idéales qui se déploient dans la sphère virtuelle, la seule aussi capable de contempler ces formes abstraites et de les utiliser habilement pour agir dans la sphère actuelle. Nous pouvons non seulement dire et comprendre que « ceci » représente « cela », mais également manipuler de manière complexe et systématique les « ceci » et les « cela » tout en continuant à garder la trace et la mémoire active des correspondances entre « ceci » et « cela ». De plus, nous savons qu'il existe « quelqu'un », un *sujet interprétant* pour qui « ceci » représente « cela ». De fait, sans interprétant, on ne pourrait concevoir de correspondance entre un signifiant et un signifié. Le sens ne peut être quelque chose d'objectif qui résiderait simplement dans les phénomènes matériels. Pour se déployer pleinement, la sphère virtuelle des significations exige des conventions culturelles, des systèmes symboliques, ainsi que des individus socialisés capables d'interpréter des signes selon les conventions adéquates. Dans mon vocabulaire technique, je dis que notre espèce porte la relation ternaire signe S / être B / chose T, c'est-à-dire que l'humanité produit et reproduit des interprétants B *pour qui* il existe des signes S évoquant des concepts et se référant à des réalités quelconques T (virtuelles ou actuelles) en fonction de contextes et de « règles du jeu » indéfiniment variées. Les interprétants humains sont capables de jouer de toutes sortes de manières avec le tourbillon interprétatif être / signe / chose. Ce générateur de sens fondamental *crée* la spécificité de la présence humaine.

Dans la nature de la communication, la présence humaine (« maintenant ») engendre simultanément deux temporalités : celle qui fait communiquer les phénomènes sensibles dans la matière et celle qui fait communiquer les idées dans l'esprit. Par l'expérience sensori-motrice, la présence se transforme en temps séquentiel dans la sphère actuelle. Par l'expérience sémantique des apprentissages symboliques et de la pensée, la présence se transforme en mémoire herméneutique et narrative dans la sphère virtuelle. La présence se projette dans l'espace géométrique du cosmos physique du côté actuel et dans la topologie sémantique du monde des idées du côté virtuel. La nature de la communication dans sa totalité, à la fois actuelle et virtuelle, émane de la présence humaine.

Cette présence médiatrice entre le « Ciel » de la cognition symbolique et la « Terre » des corps matériels dirige des courants « ascendants » de virtualisation et des courants « descendants » d'actualisation. Au centre de la nature, la présence communicative

5. On peut remarquer que, du point de vue étymologique, nature physique est un plénasme puisque en Grec, la *physis* n'est autre que la nature. Dans la pensée grecque antique, *physis* (la nature) s'oppose à *nomos* (la loi, la convention humaine).

anime une respiration ontologique : par les mouvements d'inspiration - ou de virtualisation - les phénomènes signifient, et par les mouvements d'expiration - ou d'actualisation - les significations se manifestent et s'incarnent. La virtualisation reflète la lumière visible dans les formes invisibles et l'actualisation projette la lumière invisible des idées dans le monde sensible. Au nexus de cette traduction réciproque, la présence fonctionne comme un ruban de Moebius affectif qui transforme réciproquement le médium en message et le visible en invisible. La présence humaine apparaît au centre de la nature comme une source de lumière existentielle non duelle, impossible à saisir : *avant* la distinction entre visible et invisible, virtuel et actuel.

Le diagramme de la figure 7.1 évoque la double série de sphères concentriques translucides qui reflètent et laissent transparaître la lumière existentielle de la présence. Du côté de l'actuel, le *noyau* brûlant de la sphère est constituée par un organisme humain transitoire et par les activités sensori-motrices qui animent ce corps. Au sein de ce noyau central, les communications sont denses et rapides. Le corps humain vivant est lui-même environné d'une seconde sphère concentrique, un *magma* chaud constitué d'autres corps humains, d'outils, de machines, de bâtiments, d'infrastructures, de médias et de réseaux divers avec qui il interagit et qui ménagent sa relation au monde matériel. Les écosystèmes techno-culturels de cette seconde sphère concentrique sont évidemment très variés et en constante évolution. Une troisième sphère relativement froide entoure le magma de la culture matérielle : l'*enveloppe* cosmique. Ce cosmos matériel se compose avant tout de la biosphère terrestre (la couche la moins froide de l'enveloppe) et, au-delà, de couches physico-chimiques, au sein de laquelle on pourrait distinguer les niveaux de complexité astronomiques, planétaire, moléculaire, atomique et quantique. Pour notre science physique, le cosmos matériel qui enveloppe les cultures matérielles (et, par l'intermédiaire de ces cultures, les corps humains) est unique ou universel. La science décrit le cosmos par des fonctions calculables grâce au système de coordonnées spatio-temporel qui l'unifie. Mais il est entendu, d'autre part, que la complexité du cosmos physique est inépuisable par notre science finie.

Analysons maintenant la sphère virtuelle, qui a la même structure en trois enveloppes concentriques que la sphère actuelle. Le *noyau* central brûlant de la sphère virtuelle est une forme métaphysique hypercomplexe : l'intelligence ou l'esprit personnel, que l'on peut définir comme un processus de construction de mémoire piloté par une dynamique d'apprentissage individuelle. Au sein de ce noyau d'intelligence personnelle, les communications sont denses et rapides. L'intelligence personnelle fait évidemment pendant au corps humain de la sphère actuelle. Le *magma* chaud d'intelligence collective qui entoure le noyau est constitué des « jeux de langages », systèmes symboliques et conventions culturelles de toutes sortes auxquels participe l'intelligence personnelle. Cette seconde sphère concentrique de systèmes symboliques en évolution représente la dimension immatérielle de la culture et fait pendant au magma de la culture matérielle dans la sphère actuelle. Les systèmes symboliques aménagent

le rapport de l'intelligence personnelle au monde des idées en lui permettant de coordonner ses apprentissages et sa mémoire avec d'autres intelligences personnelles. Le magma chaud des systèmes symboliques en évolution est lui-même contenu par une sphère plus froide, l'*enveloppe* de l'esprit, désignée sur la figure 7.1 comme « mécanisme symbolique ». Cette enveloppe abrite la puissance de manipulation symbolique portée par l'espèce humaine et l'ensemble des écosystèmes d'idées engendré par cette puissance. Son type de temporalité, la mémoire, la distingue radicalement des phénomènes temporels du cosmos physique.

Même si, pour les besoins d'une description analytique, il est possible de distinguer des zones, des sphères et des niveaux dans la nature, je voudrais de nouveau insister sur son unité : l'esprit et la matière sont des sphères de communication et leurs sous-sphères concentriques respectives tiennent les unes aux autres de manière indissolubles. De plus, les sphères virtuelles et actuelles sont interdépendantes. Au centre de la nature, la présence humaine éclaire simultanément le visible et l'invisible, elle implique l'un dans l'autre et elle explique réciproquement la matière et l'esprit, l'espace géométrique et la topologie complexe des circuits sémantiques, le temps séquentiel et la mémoire interprétative.

La nature physique et la nature de l'esprit sont deux images interdépendantes de la même et unique nature de l'information et de la communication. De même que le cosmos physique se laisse décrire par des fonctions calculables grâce à un système de coordonnées spatio-temporel, le monde des idées humaines peut se laisser décrire par des fonctions calculables grâce à un système de coordonnées sémantique : la sphère sémantique IEML.

7.3. Les trois fonctions symboliques du Cortex

Comment la présence humaine génère-t-elle le monde des idées, inconnu des autres animaux ? Pour répondre à cette question, il nous faut entrer dans la *fabrique de l'esprit* que j'appelle le *Cortex*. Le terme « Cortex » est ici un terme technique qui désigne la dynamique actuelle de communication symbolique entre les cerveaux des êtres humains vivants. On gardera en tête que le Cortex n'est pas une entité statique mais un processus dynamique. L'intelligence collective humaine émerge de l'interaction entre le Cortex et la nature. La cognition symbolique spécifique aux êtres humains s'*ajoute* à la cognition non symbolique que l'espèce humaine possède en commun avec les autres espèces animales et la réorganise. On peut décrire l'opération du Cortex - c'est-à-dire la dimension symbolique de la cognition humaine - par l'interaction dialectique de trois types de manipulation : 1) la manipulation des symboles, ou des signifiants, qui correspond à la fonction syntaxique, 2) la manipulation des concepts, ou des signifiés, qui correspond à la fonction sémantique et 3) la manipulation des données ou des référents, qui correspond à la fonction pragmatique. Le Cortex de la figure 7.2 incarne l'unité dialectique de ces trois fonctions.

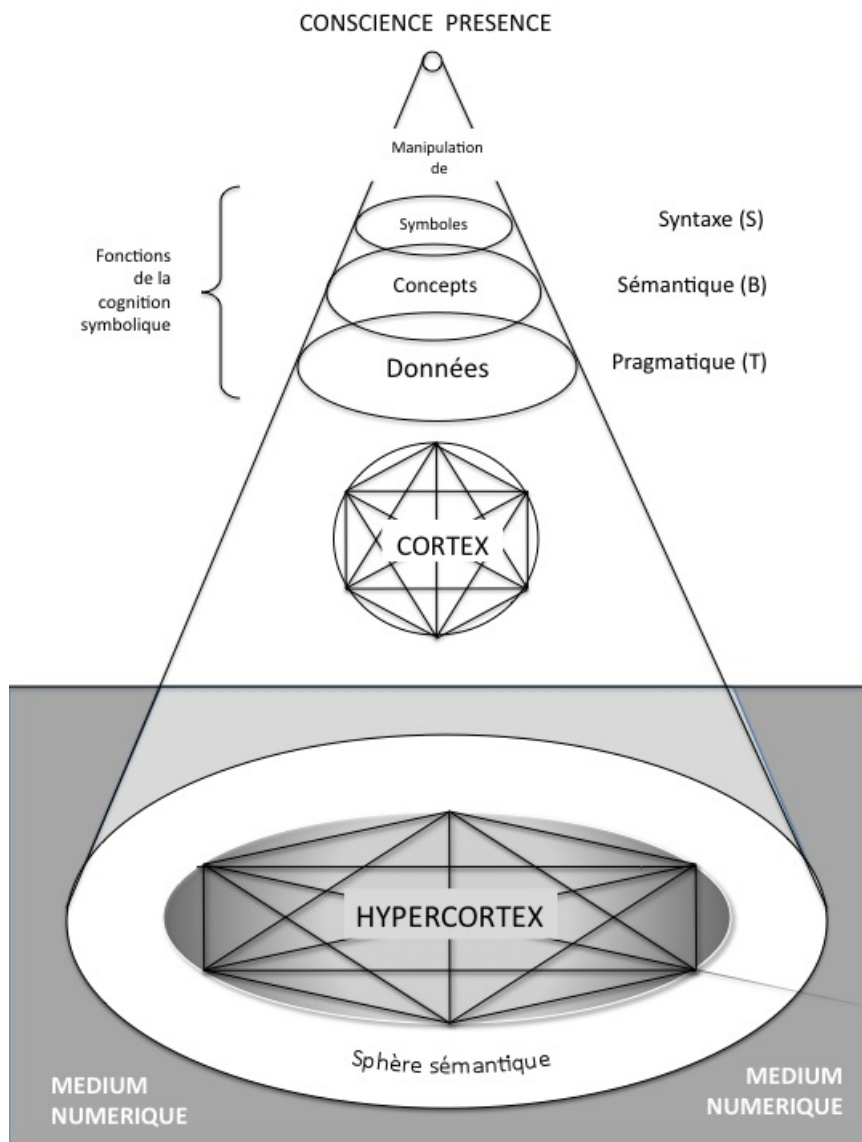


Figure 7.2 – Projection du Cortex dans le médium numérique

7.3.1. *La fonction syntaxique*

Nous ne pouvons penser ou nous représenter des *catégories générales* qu'en mobilisant des systèmes de symboles : langues, systèmes d'écriture, icônes, etc. Je souligne ici que les formes symboliques peuvent apparaître à n'importe lequel de nos sens ou à n'importe quelle combinaison de ces sens. Les communautés de sourds ont développé des langues gestuelles. Les systèmes de symboles religieux ou les rituels en général peuvent impliquer des chants, des danses et des environnements physiques « multimédia » de toutes sortes. Le point à retenir est que la pensée abstraite propre à l'humain doit nécessairement passer par une représentation signifiante sensible. L'esprit humain est capable de traiter ces signifiants de manière fort élaborée. C'est *la fonction syntaxique* de la cognition symbolique qui rend compte de notre capacité à décomposer, arranger et réarranger des structures signifiantes complexes. On sait que, par simple imitation, les êtres humains sont capables de respecter la syntaxe de langues très complexes, même sans avoir appris formellement leur grammaire. L'existence de la fonction syntaxique explique aussi notre habileté à utiliser des abaques ou des systèmes de numération et donc à calculer sur des nombres. Si l'on considère les gestes opératoires et les outils comme des symboles à combiner, la fonction syntaxique explique aussi le développement technique qui singularise l'humanité. Enfin, des jeux sociaux aux symboles variés et aux règles compliquées sont pratiqués dans toutes les cultures, que ces jeux soient « purement ludiques » ou qu'ils soient « sérieux » comme les jeux familiaux, politiques, juridiques, économiques, etc.

7.3.2. *La fonction sémantique*

La manipulation de symboles n'est évidemment pas un but en soi. Son rôle est de soutenir *la fonction sémantique*, c'est-à-dire la manipulation de concepts, signifiés ou catégories. Cette manipulation de concepts ne se limite pas au raisonnement logique mais comprend également des jeux d'opposition, de complémentarité, d'analogie, de dérivation et de composition linguistique entre les signifiés, y compris tous les raffinements du dialogue et de la narration. La fonction sémantique explique à la fois notre capacité à *produire* et à *comprendre* (au sens étymologique de « prendre ensemble ») des architectures conceptuelles qui peuvent être indéfiniment complexes. Et parce que nous pouvons transformer des arrangements de symboles, nous pouvons aussi accomplir toutes sortes de transformations sur les architectures de concepts que représentent ces arrangements. De même que la fonction syntaxique relève d'une discipline *grammaticale*, la fonction sémantique a souvent été cultivée sous le nom de *dialectique*, au sens d'une habileté très générale à organiser les relations entre concepts. L'habileté dialectique commande la découpe, la synthèse, la transformation et ordonnancement des signifiés en structures pertinentes.

7.3.3. La fonction pragmatique

7.3.3.1. Interprétation, mémoire, action

A son tour, la manipulation de concepts n'est pas non plus un but en soi. La notion même de *pertinence* des architectures conceptuelles implique une *situation* - réelle ou fictive - à laquelle se rapportent les signifiés. Les concepts catégorisent les données sensorielles selon une *intention pratique*, que les données soient effectivement perçues, remémorées ou imaginées. De même que les symboles servent la manipulation des concepts, les concepts servent la manipulation des données, ou *percepts*. La fonction pragmatique accompagne l'immersion du sujet pensant dans la temporalité de la mémoire et de l'action. Du côté de la mémoire, les données sensibles sont organisées en fonction de leur signification conceptuelle et de leur valeur affective pour le sujet. Pour naviguer dans la mémoire, la fonction pragmatique dessine un graphe rhizomatique de relations conceptuelles et affectives entre les données sensibles. Du côté de l'action, la fonction pragmatique catégorise les percepts en fonction des finalités du sujet et maintient la compatibilité avec sa mémoire émotive et conceptuelle. Son nom l'indique : la fonction pragmatique vise avant tout l'action efficace. Or - comme en médecine l'efficacité du traitement se subordonne à la justesse du diagnostic - dans la fonction pragmatique, l'efficacité de l'action se subordonne à la finesse et à la pertinence de l'*interprétation* conceptuelle et affective des données.

7.3.3.2. Idées

En catégorisant les percepts et en attachant une valeur affective aux percepts catégorisés, la *fonction pragmatique produit des idées*. Connectées par les relations sémantiques de leurs concepts et les relations sensibles de leurs percepts, les idées échantillent leurs affects et s'organisent en écosystèmes. On peut ainsi analyser les idées en trois composantes interdépendantes :

- 1) une donnée sensible, ou percept (T),
- 2) un affect (B),
- 3) un concept (S).

7.3.3.3. Pragmatique et rhétorique généralisée

De même que l'art de la fonction syntaxique est la grammaire et que l'art de la fonction sémantique est la dialectique, l'art de la fonction pragmatique est la rhétorique. La rhétorique, en effet, comprend à la fois un art de la mémoire et un art de l'action symbolique efficace. L'habileté rhétorique *organise les données à retenir* aussi bien pour l'orateur que pour ses auditeurs. Si les idées ne sont pas bien imprimées dans l'esprit de l'orateur, comment pourraient-elles l'être dans l'esprit du public ? C'est en contrôlant *les idées de la mémoire* - à partir de leurs dimensions conceptuelles, émotionnelles et perceptuelles - que l'habileté rhétorique contrôle en fin de compte *les données de la situation*. On peut généraliser la rhétorique spéciale (l'art de persuader) à une rhétorique élargie qui sait tirer parti des conventions sociales, ainsi que des idées

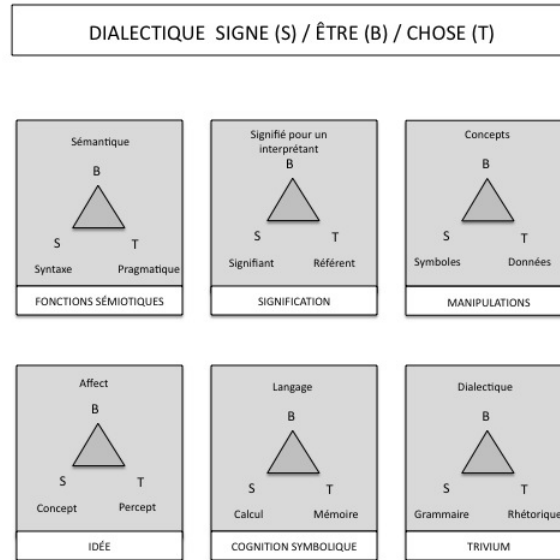


Figure 7.3 – Dialectique Signe / Être / Chose de la cognition symbolique

et des émotions d'une communauté, afin d'assurer le maximum d'efficacité à l'action symbolique.

7.3.4. *Dialectique signe (S) / être (B) / chose (T) de la cognition symbolique*

La capacité syntaxique de manipulation de symboles travaille au service de la capacité sémantique de manipulation de concepts puisque nous ne pouvons appréhender les catégories abstraites que par le médium de signifiants. A son tour, la fonction sémantique sert la fonction pragmatique de manipulation de données (ou percepts) puisque les concepts qualifient et désignent des réalités, organisent la mémoire et, par l'intermédiaire de la force affective des idées, agissent sur des contextes sociaux. D'autre part, la mémoire sémantiquement organisée par la fonction pragmatique sert évidemment de support à la fonction syntaxique, puisque nous ne pourrions retenir et manipuler autant de symboles s'ils n'avaient pas de pertinence conceptuelle et pratique. En un sens, la pragmatique est centrale puisque les fonctions sémantiques et syntaxiques ne se justifient que par leur emploi pragmatique. Mais, en un autre sens, la fonction sémantique est reine puisqu'il n'y aurait pas de pragmatique du tout si les concepts n'étaient là pour *donner un sens* aux données et aux situations. Les percepts et les affects des idées tirent leur signification des concepts. Finalement, on peut

considérer la capacité syntaxique de manipulation de signifiants comme la racine ou la source de la cognition symbolique puisque, sans elle, nous en serions réduits à la cognition animale : il n'y aurait ni langage, ni technologie, ni culture, ni intelligence réflexive. Nous sommes donc face à une dialectique ternaire signe (S) / être (B) / chose (T) dont chaque pôle est à la fois nettement distinct des deux autres, puisqu'il occupe une fonction différente, et absolument dépendant des deux autres, puisqu'aucune des trois fonctions ne peut mettre en œuvre la cognition symbolique de manière séparée. Cette dialectique tripolaire doit être pensée dans toute sa généralité comme une interaction symétrique entre trois *rôles*. Ces rôles peuvent être tenus par des acteurs conceptuels différents selon les contextes, les disciplines ou les traditions intellectuelles. La version *linguistique* de cette dialectique tripolaire met en rapport le signifiant (S), le signifié pour un interprétant (B) et le référent (T). La figure 7.3 propose quelques variations sur la dialectique tripolaire de la cognition symbolique⁶. On voit que les fonctions syntaxiques permettent la manipulation de symboles, qu'elles rendent compte des facultés computationnelles de la cognition humaine et qu'elles sont cultivées par un art de la grammaire généralisé. Les fonctions sémantiques, pour leur part, commandent la manipulation de concepts, elles expliquent les facultés de représentation linguistique de la cognition humaine et elles sont développées par l'art de la dialectique. Finalement, les fonctions pragmatiques produisent les idées, contrôlent la manipulation de données, organisent la mémoire interprétative humaine et elles sont perfectionnées par une rhétorique générale⁷. La dialectique S/B/T des idées (concept / affect / percept) est *interne* à la fonction pragmatique.

On notera que la dialectique virtuel / actuel est elle-même indissociable de la dialectique signe / être / chose. En effet, seule la cognition symbolique, parce qu'elle est réflexive, peut distinguer entre - d'une part - l'actualité concrète des corps et des événements inscrits dans le continuum spatio-temporel et - d'autre part - la virtualité des possibilités, abstractions, concepts et idées envisagées par l'esprit.

7.4. Le modèle IEML de la cognition symbolique

7.4.1. *La sphère sémantique, fondement mathématique du modèle IEML de l'esprit*

J'ai construit le modèle IEML de la cognition symbolique en respectant deux grandes contraintes. Premièrement, ce modèle devait évidemment rendre compte du fonctionnement du Cortex humain en respectant ses grandes articulations et sa capacité *a priori* illimitée de manipulation de symboles, de concepts et de données.

6. Nous en étudierons d'autres dans le tome 2 de cet ouvrage.

7. Au sujet du trivium (grammaire, dialectique, rhétorique) considéré comme l'épine dorsale de la tradition intellectuelle occidentale depuis l'antiquité grecque jusqu'au XVI^e siècle et au-delà, voir [MAC 1943b]. Sur le parallélisme entre le trivium et les grandes articulations de la sémiotique et de la linguistique, voir [RAS 1990].

Deuxièmement, mon modèle de la cognition symbolique devait exploiter autant que possible la puissance de calcul, l'ubiquité et l'interconnexion du médium numérique. Cette seconde condition imposait non seulement que chacune des grandes fonctions de la cognition symbolique soit effectivement *calculable* par des automates logiques, mais elle imposait en outre que ces fonctions soient *interopérables*. Dans le modèle IEML, cette interopérabilité générale est assurée par *la sphère sémantique*, qui fonctionne comme un système de coordonnées mathématique universel de l'esprit.

7.4.2. *Le Cortex, l'Hypercortex et la sphère sémantique*

Il faut bien distinguer l'Hypercortex de la sphère sémantique. L'Hypercortex est un dispositif technique capable de renvoyer une *image* simulée du processus cortical de cognition symbolique. Cette image est donc - comme le Cortex qu'il reflète - un processus dynamique ou évolutif. La sphère sémantique est le *système de coordonnées mathématique*, la « grille » virtuelle utilisée par l'Hypercortex pour faire surgir l'image du Cortex. Le rapport entre la sphère sémantique et l'Hypercortex se présente donc comme une relation entre un instrument scientifique d'observation (l'Hypercortex) et le système de projection qui l'organise (la sphère sémantique). En somme, comme le suggère la figure 7.2, le *Cortex* est l'objet dynamique reflété par l'*Hypercortex* sur le fond de la sphère sémantique, tandis que le *médium numérique* fournit la source presque illimitée de données et de puissance de calcul exploitée par le processus de réflexion.

7.4.3. *Le Cortex, l'Hypercortex et l'esprit*

Je voudrais maintenant distinguer l'esprit et le Cortex. Le Cortex désigne le processus de communication symbolique entre cerveaux humains qui supporte l'intelligence collective *actuelle*. Or cette intelligence collective est évidemment augmentée par les médias et systèmes de signes développés au cours de l'évolution culturelle. L'esprit humain a toujours intégré une dialectique entre son Cortex et les technologies intellectuelles disponibles pour appuyer, augmenter et réfléchir ses fonctions symboliques (il suffit de penser au rôle des bibliothèques). L'émergence du médium numérique, bien qu'elle soit très récente à l'échelle de l'histoire humaine, laisse néanmoins présager une convergence, une évolution accélérée et une démultiplication réciproque de l'ensemble des supports multimédia et des codes symboliques. Le rôle de la sphère sémantique est de mettre en cohérence un tel mouvement au service de l'augmentation du Cortex. Dès lors que - grâce à la sphère sémantique - le Cortex pourra se réfléchir dans un Hypercortex lui présentant l'image scientifique de son propre fonctionnement, ses opérations deviendront à la fois plus précises et plus puissantes. L'Hypercortex mobilise les médias, systèmes de signes et technologies intellectuelles qui ont toujours augmenté le Cortex, mais il le fait en exploitant au maximum la puissance de calcul,

l'ubiquité communicationnelle et la disponibilité des données qui caractérisent le médium numérique. L'esprit, à savoir la puissance cognitive humaine envisagée dans la perspective théorique de son devenir ouvert, résulte donc d'une *dialectique réflexive entre le Cortex et l'Hypercortex*.

7.4.4. Structure générale du modèle IEML

Pour offrir au Cortex le miroir dans lequel il pourra observer son image hypercorticale, il faut évidemment que la théorie scientifique du Cortex et le plan technique de l'Hypercortex obéissent au même modèle général de l'esprit. Sans isomorphie de structure entre les fonctions du Cortex et celles de l'Hypercortex, ce dernier ne pourrait refléter la cognition symbolique actuelle et le Cortex ne serait donc pas augmenté par une nouvelle capacité réflexive à l'échelle de l'intelligence collective. C'est pourquoi le modèle IEML de l'esprit est transversal au Cortex et à l'Hypercortex.

Dans la dialectique à six quartiers représentée par la figure 7.4, les trois quartiers inférieurs (actuels) représentent le Cortex et les trois quartiers supérieurs (virtuels) représentent l'Hypercortex. A gauche, les deux quartiers « signe » (S) représentent les fonctions syntaxiques. Au centre, les deux quartiers « être » (B) représentent les fonctions sémantiques. A droite, les deux quartiers « chose » (T) représentent les fonctions pragmatiques. Comme j'ai déjà évoqué la dialectique du Cortex et de l'Hypercortex, ainsi que les trois fonctions de l'esprit dans leur généralité, je vais maintenant me concentrer sur les trois quartiers virtuels de l'Hypercortex, c'est-à-dire sur la représentation *automatisable* des fonctions syntaxiques, sémantiques et pragmatiques de l'esprit. Puisque le modèle IEML de l'esprit doit être calculable, j'emprunte à l'informatique une métaphore de sa structure générale.

(S) La fonction de manipulation de symboles est modélisée par une *machine sémantique abstraite*, la syntaxe d'IEML, dont il est démontré qu'elle peut computer le graphe géant de la sphère sémantique.

(B) La fonction de manipulation de concepts est modélisée par une *métalangue calculable* basée sur la syntaxe d'IEML. Les règles grammaticales et le dictionnaire de cette métalangue fonctionnent comme un système d'exploitation linguistique de la machine : ils traduisent les graphes paradigmatiques et syntagmatiques de la sphère sémantique IEML en langues naturelles.

(T) La fonction de manipulation de données est assurée par les applications de la machine sémantique IEML, qui sont appelées des jeux IEML, ou *jeux d'interprétation collective*. Ces jeux permettent d'organiser librement la mémoire numérique selon les univers de discours et les valeurs des conversations créatrices : ils produisent des écosystèmes d'idées interopérables.

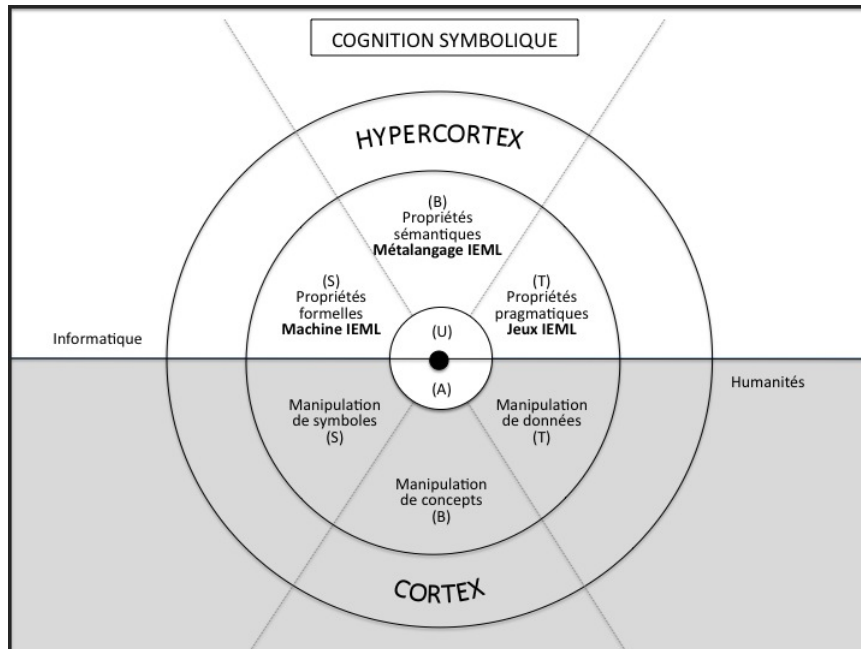


Figure 7.4 – Le modèle IEML de l'esprit

7.4.5. IEML comme machine : propriétés formelles

7.4.5.1. Vers un calcul sémantique universel

L'informatique contemporaine est évidemment déjà capable de manipuler automatiquement des symboles et des données. Ce qui n'est pas encore acquis, à mon sens, est la capacité de manipuler automatiquement des *concepts* à grande échelle, systématiquement et sur un mode interopérable, c'est-à-dire en traversant les différences disciplinaires, culturelles et linguistiques. La possibilité de manipuler automatiquement des concepts *selon une méthode générale* (plutôt que par une multitude de méthodes *ad hoc*, comme cela se fait en 2011) ouvrirait la voie à un univers de manipulation automatique des données *en fonction de leur sens*. Supposons en effet que les données soient catégorisées par des métadonnées sémantiques universellement calculables. Dès lors, une société d'automates (des « services » interopérables) pourraient interpréter et filtrer les données numériques grâce à la prise mécanique fournie par ces métadonnées. Le problème consiste donc à concevoir un codage des concepts qui ouvre la voie à un calcul sémantique universel. Un tel problème est particulièrement difficile à résoudre pour deux raisons. Premièrement, les machines sont notoirement aveugles à la sémantique : les ordinateurs ne « comprennent » que la syntaxe et les règles formelles de manipulation de symboles. Deuxièmement, les langues naturelles

qui codent normalement les concepts sont irrégulières : on y chercherait en vain une correspondance systématique et calculable entre les formes syntaxiques et les significations conceptuelles de leurs expressions. J'ai résolu ce problème en inventant un système symbolique dont les fonctions syntaxiques et les fonctions sémantiques sont strictement parallèles : toutes les relations sémantiques entre concepts codés en IEML correspondent à des relations syntaxiques calculables entre les textes IEML.

7.4.5.2. *Les trois modules de la machine IEML*

La machine sémantique IEML comprend trois modules.

– Premièrement, une syntaxe générative produit un langage régulier (au sens mathématique du terme), dont chaque texte (chaque USL), est la variable d'un *groupe de transformation*. Cela signifie que les textes du langage régulier IEML peuvent être produits, reconnus et transformés automatiquement.

– Deuxièmement, un *algorithme* utilise les règles grammaticales et le dictionnaire multilingue du « système d'exploitation linguistique » d'IEML pour assigner *un sens en langues naturelles* aux textes IEML (aux USL).

– Troisièmement, l'ensemble des *relations sémantiques* (paradigmatiques et syntagmatiques) entre USL est calculé *automatiquement* sous la forme d'un graphe hypercomplexe géant dont chaque nœud et chaque lien est traduit en langues naturelles : *la sphère sémantique*. Comme les USL qui en étiquettent les nœuds et les liens, les *circuits* qui composent la sphère sémantique sont les variables d'un *groupe de transformation*. Cela signifie que les circuits de la sphère sémantique IEML peuvent être produits, reconnus et transformés automatiquement. Les propriétés formelles d'IEML comprennent notamment une « topologie sémantique » définissant les circuits de la sphère sémantique et leurs transformations ⁸.

Parce qu'elle supporte une modélisation de l'*esprit*, la machine sémantique IEML engendre un univers virtuel quasi infini et inépuisiblement complexe. Mais, parce qu'elle supporte un modèle *scientifique* de l'*esprit*, cette machine répond à de strictes contraintes de symétrie et de calculabilité.

7.4.6. *IEML comme métalangage : propriétés sémantiques*

7.4.6.1. *STAR : un système d'exploitation linguistique de la machine sémantique IEML*

On peut considérer la syntaxe d'IEML, que nous venons d'évoquer, comme un *système d'écriture automatique* et la sémantique d'IEML, à laquelle nous allons maintenant nous intéresser, comme une *interprétation linguistique* de cette écriture. Le

8. La définition mathématique des circuits sémantiques ainsi que la preuve de la calculabilité de leur génération, de leur transformation et de leur mesure se trouve dans le second tome de cet ouvrage. Voir en attendant : [LVY 2010b].

système d'exploitation linguistique de la machine IEML est appelé STAR (acronyme de *Semantic Tool for Augmented Reasoning*). Le rôle de STAR - et il n'est pas mince - est de fournir à la machine IEML les données en langues naturelles qui lui permettront de produire la signification des USL. Cette signification des USL en langues naturelles est fondée (1) sur les relations paradigmatiques entre les termes du *dictionnaire multilingue STAR* et (2) sur les *règles grammaticales de STAR* qui définissent les relations syntagmatiques entre ces termes dans les USL. Sa syntaxe mécanique (la machine sémantique) et sa sémantique automatique (STAR) font d'IEML *une méta-langue calculable*, qui pourra servir de langage-pivot entre les langues naturelles dans le médium numérique. N'importe quel texte IEML peut être converti automatiquement en réseau sémantique lisible en langues naturelles et inversement. *Cela signifie qu'un utilisateur rédigeant un texte IEML à partir d'une interface dans sa propre langue maternelle pourra être lu dans toutes les langues supportées par le dictionnaire multilingue d'IEML* (pour le moment, le dictionnaire d'IEML ne supporte que le français et l'anglais).

7.4.6.2. *IEML comme langue humaine*

Envisagée comme une langue, IEML se situe à l'intersection des langues humaines et des langages informatiques. De même que les langues humaines, elle est d'abord propre à l'expression des signifiés ou des concepts. Comme on le verra, la structure d'IEML possède de nombreuses ressemblances avec celle des langues naturelles. Sa grammaire s'étage en *couches de complexité croissante* du type : phonèmes, morphèmes, mots, phrases, textes, etc. Ses termes et ses propositions se distribuent en *classes* de type verbal, nominal et auxiliaire. Finalement, ses unités textuelles peuvent jouer plusieurs *rôles grammaticaux* distincts, du type : sujet, complément d'objet, génitif, etc. Mais contrairement aux autres langues humaines (qu'elles soient naturelles ou artificielles) la sémantique d'IEML est intégralement calculable sous forme de circuits de relations paradigmatiques et syntagmatiques et ses expressions peuvent faire l'objet d'unions, d'intersections et de différences (c'est un groupe de transformations symétriques). J'ajoute que la langue IEML n'est pas faite pour être parlée mais plutôt pour être lue et écrite par l'intermédiaire d'un support informatique interactif, avec l'accès aux données pertinentes et la disponibilité de toutes sortes d'interfaces⁹ que cela suppose.

7.4.6.3. *IEML comme langage informatique*

Comme les langages informatiques, IEML peut être manipulé automatiquement. Mais IEML n'est ni un format de données (comme PDF, HTML, XML, RDF ou OWL) ni un langage de programmation. *Ce n'est pas un format de données* parce que son but principal est d'exprimer des concepts : il s'agit d'une véritable langue, avec des verbes,

9. Ces interfaces peuvent être en langues naturelles, iconiques, visuo-tactiles, en simulation 3D, en réalité augmentée, etc.

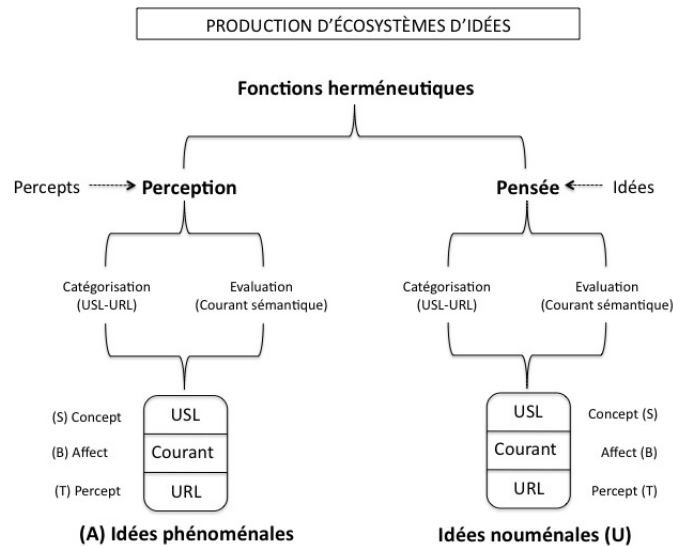


Figure 7.5 – Les Jeux d'interprétation collective et leurs fonctions herméneutiques

des noms, des cas, des phrases, etc. Pour clarifier les idées, il existe un mot en IEML pour dire « justice » : *k . o . - n . o . - ' ** mais il n'existe évidemment pas de traduction du mot « justice » en XML, en RDF ou en OWL, puisque XML, RDF et OWL *ne sont pas des langues* mais des formats de données ¹⁰. IEML peut d'ailleurs être inséré dans tous les formats de données possibles et imaginables ¹¹. *Ce n'est pas non plus un langage de programmation* puisque sa finalité n'est pas de donner des instructions à un automate logique. En revanche, puisqu'IEML est calculable, les textes (les USL) et les circuits sémantiques correspondants peuvent être générés et transformés à volonté en utilisant les langages de programmation déjà existants. Cela n'empêche d'ailleurs pas que l'on puisse concevoir des langages de programmation - ou des applications *user-friendly* utilisables par des non-informaticiens - qui soient spécialement orientés vers la manipulation de textes (USL) et de circuits sémantiques IEML.

7.4.7. *IEML comme univers de jeux : propriétés pragmatiques.*

7.4.7.1. *Les fonctions herméneutiques et la production d'idées*

Les principales applications d'IEML sont des jeux d'interprétation collectives (jeux d'IC). Ces jeux permettent d'automatiser la production d'écosystèmes d'idées au moyen de *fonctions herméneutiques* (voir la figure 7.5). Nous avons vu plus haut¹² qu'une idée pouvait se modéliser par la conjonction d'un concept, d'un affect et d'un percept. Les jeux d'interprétation collective représentent le concept par un *USL*, le percept par un *URL* et l'affect par un *courant* sémantique induit dans les circuits correspondant à l'*USL*. La production d'idées peut se décomposer en deux opérations. La *catégorisation* (1) accouple un *USL* à un *URL* et l'*évaluation* (2) détermine le courant sémantique. Il est bien entendu que les mêmes données (les mêmes *URL*) peuvent être catégorisées et évaluées différemment par une foule de fonctions herméneutiques différentes.

On peut distinguer deux grands types de fonctions herméneutiques :

- premièrement, celles dont les variables d'entrée sont des *données* (adressées par leurs *URL*) non catégorisées en IEML ;
- deuxièmement, celles dont les variables d'entrées sont des *idées* catégorisées en IEML par des *USL*.

Les fonctions dont les variables d'entrée sont des données peuvent être assimilées à des *fonctions de perception* et leurs produits à des *idées phénoménales* (ou idées actuelles).

Les fonctions dont les variables d'entrée sont des idées peuvent être assimilées à des *fonctions de pensée* et leurs produits à des idées nouménales (ou idées virtuelles). La fonction de pensée correspond notamment à une *interprétation théorique ou narrative* des idées phénoménales.

7.4.7.2. *Interopérabilité des jeux IEML*

On se souviendra que les *USL* sont automatiquement traduits en circuits de la sphère sémantique par la machine IEML et que toutes les idées peuvent donc s'associer en méta-circuits conduisant le courant sémantique. Outre leurs fonctions d'« écriture » de circuits d'idées sur la masse océanique des données, les jeux d'IC auront

10. L'absence de distinction en anglais entre langue et langage ainsi que l'usage du mot *language* pour désigner les formats de données n'est évidemment pas fait pour clarifier les choses !

11. Il existe déjà un *parser* d'expressions IEML qui traduit automatiquement les *USL* en format XML, voir [LVY 2010d].

12. Voir la sous-section 7.3.3.2.

évidemment des fonctions de « lecture » permettant la fouille, le filtrage et la navigation dans une mémoire herméneutique abritant une multitude d'écosystèmes d'idées. Bien que leurs règles soient différentes, tous les jeux d'IC restent interopérables parce qu'ils évoluent dans l'univers commun tissé par les circuits de la sphère sémantique. Les fonctions herméneutiques opèrent sur les mêmes types de variables : URL pour l'adresse des données, USL pour l'adresse des concepts catégorisant les données, flux de courant dans les circuits sémantiques correspondants aux USL pour évaluer les données. On peut donc imaginer des *moteurs de jeux* compatibles et capables de faire appel à un grand nombre de *services herméneutiques* interopérables, de telle sorte que les joueurs puissent s'associer et composer des jeux à volonté.

Les utilisateurs de la sphère sémantique IEML peuvent bien entendu participer simultanément à plusieurs jeux d'IC obéissant à des règles de perception et de pensée distinctes. En un sens, chaque personne et chaque jeu IEML organise la sphère sémantique et - au-delà - les données numériques du Web, de son propre point de vue. Je précise une fois de plus que le bien et le mal, la perte et le gain, la création et la destruction de valeur sont évidemment des *variables des jeux IEML*. Ces variables seront définies de manière distincte par des jeux distincts. Telle qu'elle est modélisée dans la sphère sémantique IEML, l'intelligence collective augmentée est donc à la fois décloisonnée (par l'interopérabilité sémantique) et radicalement polycentrique (du fait de la multitude ouverte de jeux d'IC distincts). Le médium numérique est aujourd'hui balkanisée par la concurrence des plates-formes commerciales, les difficultés de la traduction automatique entre langues naturelles et par une foule de systèmes de métadonnées et d'ontologies incompatibles. Mais la sphère sémantique pourrait transformer le médium numérique en une *mémoire perspectiviste*, une monadologie herméneutique où les conversations créatrices pourraient s'entr'interpréter librement et collaborer efficacement sans renoncer à leurs points de vue originaux.

7.4.7.3. *Jeux IEML et gestion des connaissances*

Le système de coordonnées sémantique d'IEML assure la possibilité d'une interaction communicationnelle transparente entre les personnes, entre les conversations créatives organisées en jeux d'interprétation collective, ainsi qu'entre les jeux et les personnes. Un jeu d'IC fonctionne comme *un système social de gestion des connaissances*, une machine abstraite permettant aux joueurs de produire et de tisser de manière collaborative une mémoire commune sous la forme d'un écosystème d'idées. Les individus actuels, qui restent les sources et les destinations ultimes de toute intelligence collective, pourront exploiter et influencer les jeux auxquels ils choisiront de participer afin d'accumuler et d'utiliser de manière optimale leur propre mémoire. Des « moteurs d'interprétation personnelle » leur permettront d'aménager de manière

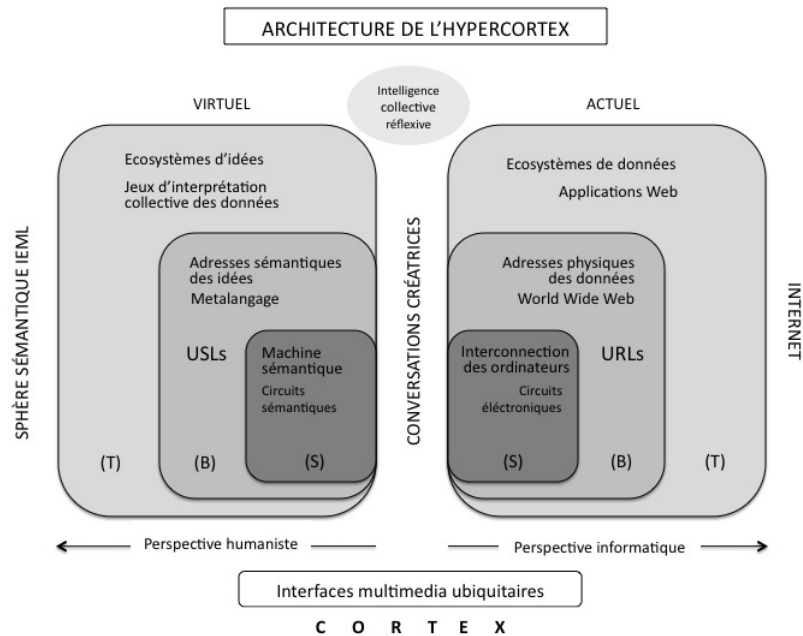


Figure 7.6 – Plan général de l'Hypercortex

dynamique leur gestion personnelle des connaissances¹³ et de piloter leurs apprentissages tout en participant à différents jeux, exploitant ainsi l'interopérabilité cognitive ouverte par la sphère sémantique.

7.5. Architecture de l'Hypercortex

La figure 7.6, que je vais maintenant commenter, présente l'architecture générale de l'Hypercortex. A l'arrière, les interfaces multimédia ubiquitaires établissent la relation avec le Cortex. A gauche, la sphère sémantique IEML représente l'aile virtuelle de l'Hypercortex. A droite, Internet (la sphère logique) représente son aile actuelle. Au centre, les *conversations créatrices* sont installées au poste de pilotage et coordonnent l'activité des deux ailes. En avant, la *conscience réflexive* de leur intelligence collective vise la synergie de l'intelligence collective actuelle et du développement humain.

13. Sur ce point de la gestion personnelle des connaissances, je renvoie à la section 4.2.1.

7.5.1. *L'Internet*

(S) Le cœur mécanique de l'Internet est formé par l'interconnexion mondiale des ordinateurs : une société actuelle d'automates manipulateurs de symboles. Grâce à son système d'adressage physique des calculateurs locaux, l'Internet fonctionne comme une grande *machine logique globale* capable de distribuer ses calculs sur l'ensemble des processeurs électroniques et optiques qui possèdent une adresse IP.

(B) Autour de la société d'automates de l'Internet, le *Web* déploie son système d'adressage physique des données (les URL). Parce qu'il s'agit d'un système d'adressage universel, le Web permet de connecter toutes les données les unes aux autres. Il fait de l'ensemble des données numériques un seul document hypertextuel multimédia en croissance et en réorganisation permanente.

(T) Outils de production et véhicules de navigation dans l'hyperdocument océanique, les *applications Web* organisent des écosystèmes de données adaptées aux usages des conversations créatrices.

7.5.2. *La sphère sémantique IEML*

Commençons par définir la sphère sémantique IEML : c'est un système de coordonnées mathématiques spécialisé dans le balisage et la simulation d'écosystèmes d'idées. Par extension, nous allons considérer que la sphère sémantique *contient* tout ce qu'elle organise. Elle forme l'aile virtuelle qui vient équilibrer l'aile actuelle de l'Hypercortex.

(S) Le cœur de la sphère sémantique est la *machine IEML*. Il s'agit d'une société d'automates virtuels capables de produire, de transformer et de mesurer les circuits de la sphère sémantique.

(B) Autour de la machine sémantique, le *métalangage IEML* déploie son système d'adressage virtuel : chaque USL distinct code un concept distinct. Ce système d'adressage sémantique traite les concepts comme les variables d'un groupe de transformations symétriques et organise leur interconnexion en circuits sémantiques. Les concepts forment les *nœuds* et les relations syntagmatiques et paradigmatiques entre concepts forment les *liens* de ce gigantesque réseau. Comme chaque concept est traduit en langues naturelles, le métalangage IEML fonctionne comme *langage pivot* entre les langues et systèmes symboliques naturels.

(T) Finalement, les *jeux d'interprétation collective* permettent aux conversations créatrices de créer et de gérer leurs écosystèmes d'idées. Les idées sont créées en reliant le métalangage IEML sur le Web, c'est-à-dire en catégorisant les données (URL) par des concepts (USL). L'opération interprétative qui produit les idées détermine également les courants sémantiques qui unissent les couples URL-USL. De

l'ensemble interopérable des écosystèmes d'idées émerge une mémoire herméneutique de type monadologique, dans laquelle toutes les perspectives sémantiques sont symétriques.

7.5.3. Interdépendance de la sphère sémantique et de l'Internet

Les ailes virtuelle et actuelle de l'Hypercortex sont en relation d'interdépendance dialectique et de reflet mutuel. La sphère sémantique dépend de l'Internet puisque la machine sémantique est actionnée par les circuits logiques (électroniques, optiques, etc.) actuels de l'Internet, parce que les USL ont des adresses Web et parce que les jeux d'interprétation collective sont des applications Web. Il va de soi que la sphère sémantique virtuelle d'IEML a besoin des processeurs et des entrepôts de données actuels de l'Internet. Symétriquement, la sphère sémantique opère comme un automate de *lecture-écriture de circuits sémantiques* sur la masse fluctuante des données. En maîtrisant cet automate symbolique, les conversations créatrices transforment la « matière grise » opaque de l'Internet en un Hypercortex capable de refléter l'intelligence collective.

7.5.4. Nouvelles perspectives en informatique et en sciences humaines

Le projet de construction de l'Hypercortex implique une inflexion significative de la recherche et de l'enseignement en informatique tels qu'ils sont pratiqués au début du XXI^e siècle. Depuis la fin des années 50 du XX^e siècle, l'intelligence artificielle (IA) a toujours été considérée comme la perspective la plus « avancée » de l'informatique. L'entreprise contemporaine du *Web des données* peut d'ailleurs être considérée comme le redéploiement du projet de l'intelligence artificielle dans le nouvel environnement du Web. Je pense que la recherche et l'enseignement en IA, toujours indispensables, doivent être inclus dans la perspective plus vaste de *l'intelligence augmentée* (une intelligence collective et réflexive) dont l'Hypercortex est désormais la figure emblématique.

Mais c'est sans doute du côté des sciences humaines que les remises en question seront les plus radicales. En effet, la recherche et l'enseignement en sciences humaines seront tôt ou tard amenés à tirer toutes les conclusions des trois faits suivants : 1) une masse énorme de données sur la société et la culture se trouve de plus en plus disponible de manière ubiquitaire dans le médium numérique ; 2) la puissance de calcul accessible ne cesse de croître ; 3) nous disposons désormais avec IEML d'un outil théorique permettant d'exploiter la croissance des données en ligne et de la puissance de calcul pour observer méthodiquement l'objet même des sciences humaines, à savoir la cognition symbolique et sociale. Il faut considérer l'Hypercortex comme *le grand projet d'observatoire des humanités et des sciences sociales*, comparable aux

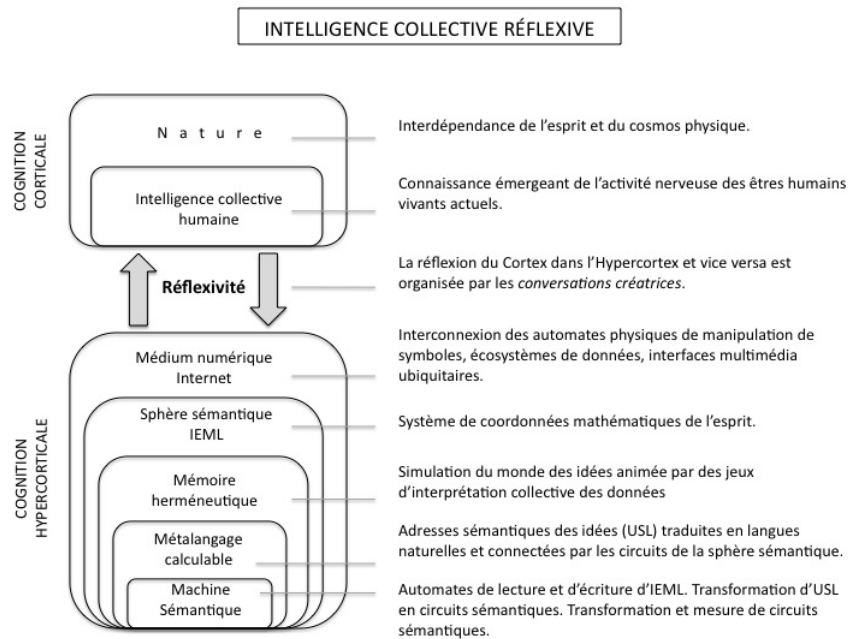


Figure 7.7 – Vision de survol

cyclotrons des physiciens ou aux agences spatiales de la conquête de l'espace. L'adoption de ce nouvel instrument accroîtra considérablement la puissance des « sciences de l'esprit » tout en résolvant les immenses problèmes de gestion des connaissances auxquelles leur fragmentation disciplinaire et théorique les confronte aujourd'hui.

7.6. Vision de survol : vers une intelligence collective réflexive

La *vision de survol* de la figure 7.7 correspond au « point de fuite » central de la figure 7.4 et à la « tête » de la figure 7.6. Je l'utiliserai dans la suite de ce premier volume comme une carte conceptuelle propre à situer les thèmes des chapitres successifs. Le propos de cette carte est d'illustrer la dynamique d'information réciproque entre l'intelligence collective actuelle qui détermine le développement humain effectif d'une communauté (la cognition corticale, en haut) et l'image scientifique de cette intelligence actuelle, renvoyée par l'Hypercortex (en bas). La réflexivité symétrique entre les cognitions corticale et hypercorticale est évidemment organisée par les conversations créatrices.

On peut considérer l'Hypercortex comme *un instrument d'observation scientifique* de l'intelligence collective humaine... intelligence collective qui appartient évidemment à la *nature* représentée à la figure 7.1 et qui la reflète à sa manière. Toute l'entreprise IEML vise à créer les conditions d'une observation scientifique de l'intelligence collective humaine. Pourquoi ? Parce que seule une connaissance scientifique de cette intelligence collective peut mener à son *augmentation* systématique et raisonnée et donc, en fin de compte, à une accélération du développement humain. Du côté des *garanties humanistes* d'un tel programme de recherche, il doit être clair que l'observation de l'intelligence collective ne peut être qu'une *observation réflexive* - c'est-à-dire une auto-observation - guidant le développement autonome des communautés concernées. Du côté des *garanties scientifiques* du programme de recherche basé sur IEML, les connaissances obtenues par l'observation hypercorticale sont hypothétiques, transparentes et calculables. Elles sont *hypothétiques*, puisqu'elles reposent sur des fonctions d'interprétation librement choisies, dont les effets peuvent être explorés à volonté et qui peuvent être remises en question à tout instant. Elles sont *transparentes*, puisque les données sur lesquelles elles sont fondées sont publiques et que les fonctions qui exploitent ces données sont explicites et interopérables. Finalement, ces connaissances sont *calculables par construction* puisqu'elles reposent sur un système de coordonnées - la sphère sémantique - spécialement conçu pour simuler la cognition symbolique humaine sur un mode automatique.

Le médium numérique, avec ses flots de données, sa puissance de calcul distribuée et ses interfaces multimédia ubiquitaires, offre à notre instrument d'observation son support technique fondamental. La sphère sémantique est *contenue* par le médium numérique. Comme nous l'avons vu plus haut, le noyau formel ou *mécanique* de la sphère sémantique - la machine sémantique - calcule sa génération, ses transformations et sa mesure. La dimension *métalinguistique* de la sphère sémantique en fait un système de coordonnées sémantique universel, capable d'adresser et d'interconnecter les concepts exprimés en langues naturelles. Le métalangage peut alors servir de grille sémantique commune à une *mémoire herméneutique* où les conversations créatrices animent et entretiennent librement leurs écosystèmes d'idées au moyen de jeux d'interprétations collective. Ce sont précisément ces écosystèmes d'idées qui *représentent* l'intelligence collective des conversations créatrices.

Le vol de l'Hypercortex s'oriente vers le point de fuite d'une intelligence collective humaine de mieux en mieux consciente d'elle-même et de ses liens d'interdépendance avec la nature.

Chapitre 8

Perspective informatique : vers une intelligence réflexive

8.1. L'intelligence collective augmentée

Sur la carte conceptuelle de la figure 8.1 qui nous permettra de situer tous les chapitres de cette seconde partie, le chapitre 8 occupe la place de l'enveloppe technique de l'Hypercortex (il concerne le médium numérique, l'Internet). Du point de vue qui est ici le nôtre, il s'agit de répondre à cette question : « Comment l'informatique peut-elle contribuer de manière optimale à la réflexivité de l'intelligence collective ? »

Ce chapitre pose en effet le problème du meilleur usage possible de la manipulation automatique de symboles, et cela tout particulièrement pour les ingénieurs en informatique. J'y souligne les limites des modèles de la cognition proposés par l'intelligence artificielle classique (IA) et je leur oppose le programme de recherche de l'intelligence collective augmentée, dont le chantier de construction de l'Hypercortex est la pointe avancée.

Concernant les *moyens* de l'automatisation des opérations cognitives, je ne remets pas en question l'utilité et l'efficacité de l'exploration d'arbres de décision, du raisonnement automatique ou du calcul statistique et probabiliste. Mais je crois que la puissance de ces techniques pourrait être accrue si elles étaient utilisées dans le cadre de travail d'un système de coordonnées sémantique, comme la sphère sémantique IEML, qui permet de représenter une variété illimitée de processus cognitifs par des fonctions calculables au sein du même groupe de transformation. L'utilisation d'IEML pour le codage du sens permettrait en effet de manipuler automatiquement des qualités et des relations sémantiques de manière beaucoup plus fine que ne l'autorisent les techniques de raisonnement automatique aujourd'hui en usage.

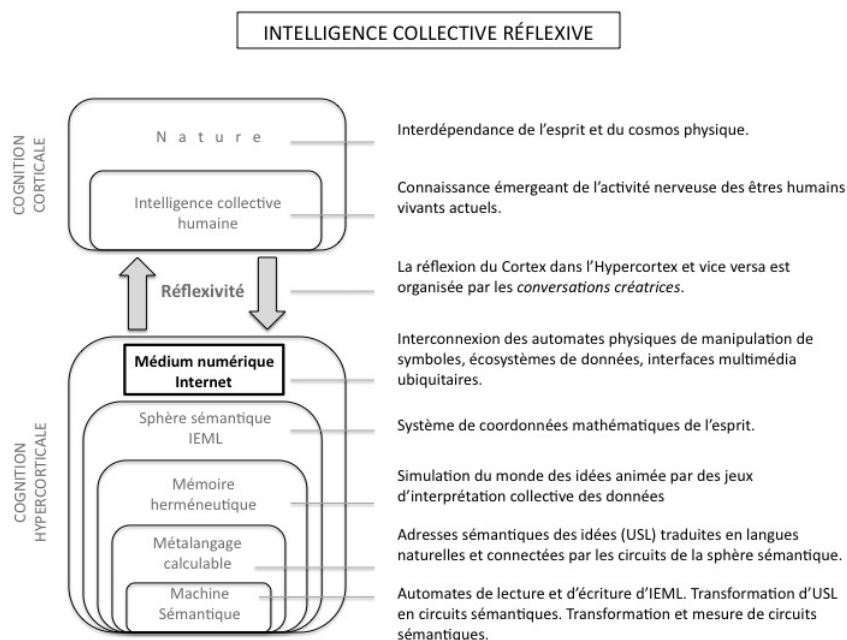


Figure 8.1 – Situation du chapitre 8 sur la carte conceptuelle

Concernant les *fins* de la manipulation automatique de symboles, je pense, comme Douglas Engelbart, qu'augmenter l'intelligence humaine est plus important que de la remplacer. Je crois aussi, comme Seymour Papert, qu'aider les individus et les communautés à mieux connaître leurs propres opérations mentales est encore la meilleure manière d'augmenter leur puissance cognitive. C'est donc la dimension *réflexive* de l'intelligence qui doit être augmentée en priorité. Finalement, je ne crois pas - contrairement à certains courants extrémistes de l'intelligence artificielle, du *global brain* et de la « singularité »¹ - qu'il puisse exister un quelconque reflet conscient de l'intelligence collective hors de la conscience actuelle d'individus humains vivants. L'Hypercortex ne fonctionnera pas comme un sujet autonome conscient de lui-même mais comme un *miroir* de processus d'intelligence collective dont les images ne seront effectivement perçues que par des personnes.

1. Voir par exemple [KUR 2006].

8.1.1. *Un nouveau champ de recherches*

Une des principales hypothèses du programme de recherche présenté dans cet ouvrage est qu'il existe une relation d'interdépendance entre le degré de développement humain d'une communauté et la puissance cognitive des conversations créatrices qui l'animent². Puisque les technologies numériques nous offrent des moyens de plus en plus efficaces pour augmenter nos processus cognitifs personnels et collectifs, alors il devient essentiel de comprendre précisément par quels facteurs techniques *et* culturels passe cette augmentation. Le thème de l'augmentation de l'intelligence collective grâce aux réseaux numériques constitue clairement *un nouveau champ de recherche scientifique*³, comme le montre l'abondante littérature en gestion des connaissances⁴, ainsi que l'intérêt porté à la computation sociale et aux médias sociaux dans de nombreux secteurs de l'économie et de la société⁵.

Resté dans l'ombre jusqu'au début des années 1980, la perspective de l'intelligence collective augmentée a prouvé sa fécondité depuis l'apparition de l'informatique personnelle et de l'Internet. Les principaux pionniers en sont Paul Otlet (dans les années 1930)⁶, Vannevar Bush (dès les années 40)⁷, Joseph Licklider⁸, et Ted Nelson (dans les années 60)⁹, qui avaient prévu et théorisé, chacun à leur manière la mise en ligne de toutes les informations disponibles sous forme de réseaux d'hypertextes et d'hypermédias.

2. Sur ce thème du développement humain, voir la section 5.1.

3. Voir par exemple, sous la direction de Brigitte Juanals et Jean-Max Noyer, *Technologies de l'Information et Intelligences Collectives* [JUA 2010] ; de Epaminonda Kapetanios, « On the Notion of Collective Intelligence : Opportunity or Challenge ? » [KAP 2009], de Nguyen Ngoc Than et alii *Computational Collective Intelligence, Semantic Web, Social Networks and Multi-agent Systems. First International Conference* [NGU 2009] (ce dernier ouvrage est plus orienté vers l'intelligence collective des logiciels).

4. Voir notamment les travaux, déjà cités de Nonaka, Wenger, Dalkir, Morey et alii [NON 1995, WEN 1998, MOR 2000, DAL 2005].

5. Je parle ici d'un intérêt intrinsèque pour le sujet en tant qu'il présente une foule d'opportunités économiques, sociales et culturelles (comme par exemple les travaux de Rheingold, Weinberger, Tapscott, Pasco, Shirky et Li [RHE 2002, WEI 2007, TAP 2007, PAS 2008, LI 2008, SHI 2008, SHI 2010]). Il existe aussi un intérêt « réactif » qui vient de la menace que les nouvelles formes de communication font peser sur les modèles économiques et les structures institutionnelles adaptés aux anciennes formes de communication.

6. Voir la sous-section 4.3.2 et les ouvrages déjà cités [OTL 1934, OTL 1936].

7. Voir le fameux article « As we may think », déjà cité [BUS 1945].

8. Joseph Licklider fut un des premiers à prévoir le développement du courrier électronique et des communautés virtuelles. Voir son article 'Man-computer symbiosis' [LIC 1960].

9. Voir *Literary Machines*, déjà cité [NEL 1980].

Douglas Engelbart peut être considéré comme le principal fondateur de ce nouveau champ de recherche tournant autour de la cognition augmentée. Il fut l'un des premiers à comprendre l'importance qu'allaient prendre les ordinateurs dans l'accroissement des capacités créatives des individus et des groupes ¹⁰. Pendant les années 1960, les calculatrices numériques étaient encore des machines énormes et terriblement coûteuses entreposées dans des pièces réfrigérées. Des scientifiques en blouse blanche les alimentaient en données par de lourdes piles de cartes perforées. Presque personne n'imaginait que les ordinateurs allaient devenir des outils de communication. Pourtant, dès cette époque, Douglas Engelbart travaillait à la mise au point de dispositifs collaboratifs à support numérique et aux interfaces (souris, multifenêtrage, icônes, hypertextualité) qui allaient devenir si populaires à partir du milieu des années 1980 et quasi universelles dès le début du XXI^e siècle. Lors d'un colloque sur le thème *Philosophy and computing* dont il était l'invité spécial, j'ai eu le privilège de discuter du thème de l'intelligence collective augmentée avec ce pionnier. Il m'a confirmé que l'intelligence collective était pour lui *un programme de recherche scientifique et technique* et non pas une approbation béate de n'importe quelle expression collective. Ainsi comprise comme un programme de recherche, le contraire de l'intelligence collective n'est pas la bêtise collective mais bel et bien l'intelligence artificielle (IA). L'IA historique de la seconde moitié du XX^e siècle visait à *simuler*, voire à dépasser, les performances cognitives d'un *individu* au moyen d'un automate de traitement de l'information. En revanche, le programme de recherche de l'intelligence collective augmentée, initié par Douglas Engelbart et quelques autres, visait à *accroître* les performances cognitives des individus et des *groupes* grâce à un *environnement de communication* truffé d'automates de traitement de l'information. Certes, les recherches en intelligence artificielle ont mené à d'intéressantes avancées théoriques dans le domaine des sciences cognitives et à de nombreuses innovations techniques fort utiles. De fait, ce que l'on appelle aujourd'hui l'intelligence artificielle recouvre la plupart des techniques avancées de l'informatique, et notamment la reconnaissance de formes, la résolution automatique de problèmes, le raisonnement automatique, y compris le raisonnement probabiliste, l'apprentissage automatique et le traitement du langage naturel ¹¹. Mais il est clair que l'évolution technique, culturelle et sociale des trente dernières années a confirmé massivement la pertinence du programme de l'intelligence collective augmentée, avec notamment le développement de l'informatique personnelle pour tous, de l'Internet, du Web, des médias sociaux et de la « réalité augmentée » par les dispositifs sans fil et mobiles d'accès au médium numérique. Même si les techniques de l'IA fonctionnent parfaitement et sont utilisées un peu partout,

10. Voir le texte fondateur *Augmenting Human Intellect* [ENG 1962], et l'ouvrage historique que Thierry Bardini a consacré aux travaux d'Engelbart, *Bootstrapping, Coevolution, and the Origins of Personal Computing* [BAR 2000].

11. Voir notamment, de Russell Stuart et Norvig Peter, *Artificial Intelligence, A Modern Approach*, 2010 [RUS 2010]. L'un des auteurs, Peter Norvig, était directeur de la recherche chez Google en 2010.

nous ne faisons pas d'abord appel aux ordinateurs pour qu'ils pensent à notre place ou imitent notre intelligence, mais bien plutôt pour augmenter nos capacités de communication, de collaboration, de création multimédia ou de navigation dans des univers fictifs.

8.1.2. Une direction d'évolution culturelle à long terme

Les visions et travaux de laboratoires des pionniers des années 1930 à 1960 n'ont commencé à devenir une réalité sociale qu'à partir de l'invention de l'ordinateur personnel à la fin des années 1970 et du succès des interfaces *look and feel* intuitives qui se sont répandues au milieu des années 1980 (le Mac d'Apple date de 1984). C'est ainsi que les ordinateurs sont devenus des instruments de communication et de création multimédia entre les mains de tous, alors qu'ils n'étaient jusqu'aux années 1970 que des calculatrices arithmétiques et logiques réservées aux scientifiques, aux statisticiens et aux gestionnaires des grandes entreprises.

Grâce à l'invention des URL¹², du protocole HTTP¹³ et du langage HTML¹⁴ (inspiré de SGML¹⁵), Tim Berners-Lee allait actualiser pour le grand public les possibilités de communication ouvertes par l'interconnexion des ordinateurs¹⁶. En normalisant les adresses, les échanges de liens hypertextes et la description des pages Web, ces inventions « linguistiques » ont permis l'explosion de l'usage social de l'Internet dès le milieu des années 1990.

L'invention et le développement du Web doivent être situés dans une tendance techno-culturelle à long terme dont rien ne dit qu'elle ne va pas se poursuivre ou même s'accélérer dans les siècles à venir. Pour ne citer que trois auteurs importants, Henry Jenkins, un des meilleurs analystes de la culture populaire contemporaine, a prouvé dans son ouvrage *Convergence Culture* (2006)¹⁷ que l'intelligence collective et la culture participative étaient les principales directions d'évolution de la communication portée par les médias numériques contemporains. Tim O'Reilly, éditeur, organisateur de conférences, grand agitateur du monde *Hi Tech* aux Etats-Unis et inventeur du terme « Web 2.0 », fait explicitement tourner toute la problématique de l'innovation dans la communication numérique autour des notions d'intelligence collective (*collective intelligence*) et d'esprit collectif (*collective mind*). Finalement, l'influent Clay Shirky a bien montré dans ses deux derniers ouvrages *Here comes Everybody* et

12. Uniform Resource Locator.

13. HyperText Transfer Protocol.

14. HyperText Mark-up Language.

15. Standard Generalized Mark-up Language, dont le principal inventeur est Charles Goldfarb.

16. Voir, de Tim Berners-Lee, *Weaving the Web* [BER 1999].

17. Voir : *Convergence Culture : Where Old and New media Collide* [JEN 2006].

Cognitive Surplus, que la baisse des coûts de transaction et de communication amenée par l'Internet augmentait nos capacités de création collaborative¹⁸. Comme l'indique le titre « *Cognitive Surplus* », c'est bien en termes d'*augmentation cognitive* qu'il faut penser le médium numérique.

S'il me fallait définir en quelques mots la ligne de recherche de l'intelligence collective augmentée je la caractériserais par le développement de nouveaux instruments symboliques universels qui visent à exploiter la puissance de calcul ainsi que le caractère dynamique et interconnecté du nouveau support de l'écriture. Les icônes, liens hypertextes, fenêtres, dispositifs de repérage spatio-visuels, normes de communication ou de description des documents font évidemment partie de ces nouveaux instruments symboliques. Ce programme de recherche continue dans le nouveau milieu de communication numérique le processus d'extension des puissances du langage humain initié par l'invention de l'écriture (-3000), poursuivi par l'invention de l'alphabet (-1000), puis par l'usage intensif de l'imprimerie (1450) et des médias électriques (au cours des XIX^e et XX^e siècles). Les outils sémiotiques d'aujourd'hui, langages, systèmes symboliques intermédia et logiciels, se mêlent de manière de plus en plus étroite aux fabriques cognitives individuelles et collectives, multipliant et transformant la capacité humaine à créer du sens.

Le but de ce chapitre est de tracer une direction de recherche claire et raisonnée pour l'intelligence collective augmentée au début du XXI^e siècle. Le programme de recherche proposé ici s'appuie sur des acquis déjà disponibles (environnements multimédia interactifs et réalité augmentée, Web des données, intelligence artificielle, computation ubiquitaire¹⁹) et il pointe sans ambiguïté vers les nouveaux territoires symboliques à conquérir : l'Hypercortex abritant une économie de l'information coordonnée par la sphère sémantique IEML. Ce faisant, il m'arrivera souvent de signaler certaines limites de l'intelligence artificielle. Je n'ai aucune critique à adresser à l'intelligence artificielle comme ensemble de savoirs, de techniques et de méthodes. Je pense au contraire que l'on aura de plus en plus besoin des ressources fournies par cette discipline reine de l'informatique et il me semble impossible de faire croître un Hypercortex réfléchissant l'intelligence collective humaine sans faire appel massivement aux ressources de l'IA. Mais je remets en question la philosophie de l'intelligence artificielle quant aux *finalités ultimes* de la manipulation de symboles automatique (créer des machines intelligentes, voire conscientes) ou quant à *l'exclusivité de certains moyens techniques* pour modéliser la cognition (exploration de graphes, raisonnement automatique, calcul statistique et probabiliste).

18. Voir [SHI 2008, SHI 2010].

19. « Computation ubiquitaire » traduit l'anglais *pervasive computing*.

8.2. Les fins de la manipulation automatique de symboles : modélisation cognitive et connaissance de soi

8.2.1. *Substitution ou augmentation ?*

Fantasmes populaires et films de science-fiction mettent souvent en scène des machines ayant gagné leur autonomie et qui tentent de dominer l'espèce humaine. Dans le même ordre d'idées, au XX^e siècle, les journalistes adoraient rapporter des combats d'échecs entre un grand maître et un ordinateur - surtout quand la machine gagnait. Ce type de récit leur permettait de faire vibrer une corde sensible chez le public : « l'ordinateur devient plus puissant que l'homme ». Mais s'il est exact que l'espèce humaine est de plus en plus dépendante des machines qu'elle fabrique et qu'elle utilise, il est complètement absurde d'imaginer *sérieusement* une quelconque *indépendance des machines* par rapport à l'humain.

Dit-on que « l'homme est dépassé par la machine » lorsqu'une voiture, un train ou un avion va plus vite qu'un humain à pied ? Non, parce qu'il est clair pour tout le monde, dans ce cas, que l'humain est *transporté* par la machine, plutôt que dépassé par elle. Or, toute proportion gardée, il en est de même pour la manipulation automatique de symboles. En mécanisant certaines opérations cognitives, les automates calculateurs transportent l'intelligence humaine dans un régime plus rapide et plus puissant de gestion de l'information, de communication et de pensée.

Le programme qui bat un grand maître aux échecs, même s'il utilise certains des raccourcis heuristiques des joueurs humains, tient surtout son efficacité de sa puissance de calcul brute. Il simule explicitement l'une après l'autre les conséquences de millions de coups possibles, ce que - certes - aucun joueur humain ne peut faire, mais ce qui ne correspond pas vraiment à notre notion intuitive de ce qu'est l'« intelligence ».

A partir de l'analyse détaillée de plusieurs exemples, j'ai montré dans mon livre de 1992 *De la programmation considérée comme un des beaux-arts*²⁰ que les systèmes experts - ou systèmes à bases de connaissances - fonctionnaient beaucoup plus comme des *médias de distribution de l'expertise* modifiant les écologies cognitives des milieux où ils étaient mis en œuvre, que comme des intelligences artificielles remplaçant purement et simplement des experts. Dans un des quatre exemples analysés dans cet ouvrage, j'ai moi-même joué le rôle d'ingénieur cognitif aidant plusieurs experts à formaliser leurs savoirs empiriques sous forme de règles exécutables par une machine. J'ai pu constater que le processus d'ingénierie de la connaissance que je menais auprès des experts leur permettait pour la première fois de se représenter explicitement à eux-mêmes leurs propres processus de décision et finalement de perfectionner leurs méthodes. Du côté des utilisateurs, le système fonctionnait comme

20. Voir [LVY 1992b].

check-list, comme support à l'apprentissage pratique du domaine et comme aide à la décision dans les cas complexes. Tout cela n'avait rien à voir avec une quelconque machine omnisciente remplaçant l'humain. En somme, même si, à la fin des années 1980, on parlait encore d'intelligence artificielle pour désigner les systèmes à base de connaissance, la pratique réelle penchait plutôt vers l'intelligence augmentée. Mon approche a été confirmée par le fait que les systèmes à base de connaissances sont beaucoup plus considérés aujourd'hui comme des outils de gestion des savoirs (KM) ou d'aide à la décision que comme des programmes d'IA.

En somme, pour le programme de recherche de l'intelligence augmentée, le but principal de l'automatisation des traitements symboliques n'est pas d'obtenir des machines qui « pensent à notre place » mais plutôt des machines qui augmentent notre puissance personnelle et sociale de traitement de l'information, de communication et de réflexion. L'Hypercortex basé sur IEML dont il est question dans le développement futur de l'intelligence augmentée n'est donc pas un *rival* du Cortex. Au contraire, l'intelligence corticale *s'augmente* le long de la boucle autopoïétique²¹ qui la reflète dans l'Hypercortex. Quant à l'Hypercortex, il n'a strictement aucune autonomie ni aucun sens hors de cette boucle Cortex-Hypercortex que pilotent les conversations créatrices (voir sur ce point les figures 7.4, 7.6 et 7.7).

8.2.2. Modélisation d'intelligences séparées ou connectées ?

Les deux programmes de recherche, l'intelligence augmentée comme l'intelligence artificielle, prétendent modéliser les processus cognitifs humains. Or l'IA se propose, depuis ses origines vers le milieu des années 1950, de simuler des intelligences individuelles *séparées*. En revanche, parce qu'elle accepte d'être informée par les traditions des arts, des lettres et des sciences sociales, l'intelligence augmentée du début du XXI^e siècle sait qu'il est vain de vouloir modéliser la cognition symbolique humaine en excluant la dimension conventionnelle et collective des systèmes symboliques.

Comme je l'ai amplement montré au chapitre 3, la cognition symbolique humaine est essentiellement - et non pas seulement accidentellement - culturelle. Parce que les systèmes symboliques ne se présentent qu'à l'échelle sociale, toute modélisation de l'intelligence humaine visant un minimum de complétude et de cohérence doit se mesurer directement à l'intelligence collective. Entendons-nous : les individus sont évidemment des acteurs intellectuels et il serait absurde de s'interdire absolument de modéliser leurs processus cognitifs. Mais l'intelligence individuelle ne peut puiser en

21. Autopoïétique signifie « producteur de soi ».

elle-même sa propre cohérence²². Elle traite des signes qui appartiennent à des systèmes symboliques conventionnels et qui n'existent donc pleinement qu'à l'échelle collective : langues, disciplines, rituels, etc. Elle ne prend sens ultimement que dans des interactions sociales et dans un horizon culturel. Du point de vue de son activité de modélisation, l'intelligence augmentée ne considère donc pas les individus comme des centres intellectuels autonomes et séparés, mais plutôt comme des agents coordonnés au sein d'une ou plusieurs intelligences collectives. Cela n'empêche évidemment pas l'intelligence augmentée de travailler au service de ses utilisateurs individuels, notamment pour perfectionner leurs gestions personnelles des connaissances et pour augmenter la réflexivité de leurs intelligences.

Il ne faut donc pas opposer platement intelligence individuelle et intelligence collective mais plutôt la modélisation d'une intelligence individuelle centralisée et séparée d'un côté, et d'un autre côté, la prise en compte d'intelligences individuelles bien réelles mais dont l'activité ne prend sens qu'en interdépendance avec des sociétés pensantes et des systèmes symboliques partagés qui doivent représenter la cible principale de la modélisation. C'est précisément le rôle de la sphère sémantique IEML que de tenir lieu de ce *fond d'interdépendance* sur lequel se détache tout processus de cognition symbolique.

Le programme d'IA classique est un système clos. Il peut être représenté par une base de données sur laquelle travaillent des règles d'inférence. Il faut se souvenir que cette approche s'est stabilisée au cours des années 1960 à 1980, à une époque où le Web n'existait pas et où la computation sociale n'était envisagée que par de rares pionniers. Réactualisée dans le contexte du Web par les ontologies du *Web des données*, la méthode traditionnelle de l'intelligence artificielle consiste à aménager des raisonnements automatiques (commandés par des règles logiques) sur des bases de faits. Or les bases de faits ou de données existantes sont fragmentées sur le plan de leur organisation conceptuelle et les multiples ontologies disponibles (ensembles de règles logiques décrivant la structure conceptuelle d'un domaine) sont souvent incompatibles. Il est d'ailleurs légèrement inquiétant que les traits les plus avancés du Web des données²³

22. Rappelons ici au passage que, pour le grand psychologue russe Lev Vygotsky (voir son ouvrage princeps *Pensée et langage* [VYG 1934]), la pensée qui se trame dans le for intérieur de l'individu est - d'un point de vue génétique - une internalisation du dialogue. J'y ai déjà fait allusion plus haut, voir la section 3.6. La psychologie clinique et les diverses écoles de la psychanalyse nous mèneraient encore plus loin dans cette voie de l'internalisation des rapports sociaux.

23. Ce que l'on appelle Web des données, *linked data* ou *semantic Web* recouvre un ensemble de standards (RDF et OWL en particulier) et de méthodes sur lequel je ne m'étendrai pas ici. On se reportera pour en savoir plus à [BER 1999, FEI 2007, HEN 2008].

en 2011 (ontologies formulées en OWL) ne soient en fin de compte que des adaptations des systèmes à base de règles des années 1980. Il faut noter en outre que l'entreprise du Web des données - héritière en cela de l'IA classique - *n'a pas* pour finalité explicite de proposer un cadre réflexif de modélisation scientifique de l'intelligence collective humaine. N'est-ce pas d'ailleurs à cause de ses racines philosophiques dans l'IA classique que le *Web des données* bute sur une multitude d'ontologies incompatibles et peine à connaître le même succès que le *Web des pages* ?

Bien que notre finalité ultime soit certainement la même (augmenter l'intelligence collective humaine), ma vision diffère donc de celle de Tim Berners-Lee (le leader contemporain de l'entreprise du Web des données) sur le point fondamental de l'adressage du médium numérique. Tim Berners-Lee pense que les URL constituent le système d'adressage ultime du médium numérique (RDF constituant la norme de construction des graphes d'URL) et que les URL doivent être sémantiquement opaques *par construction*. Il ne croit pas qu'il soit possible de construire un système de coordonnées sémantique de l'esprit, adressant les concepts de manière transparente. Je pense au contraire que les URL sont certes indispensables pour l'adressage des données mais que nous avons besoin d'un *système d'adressage des métadonnées transparent au calcul sémantique*, les USL, pour atteindre une véritable modélisation réflexive de l'intelligence collective ²⁴.

Je propose ici une stratégie de recherche et développement distincte de celle de l'intelligence artificielle. Elle consiste, premièrement à modéliser les processus de cognition symbolique *sur le fond d'un système de coordonnées sémantiques universel* ²⁵. Deuxièmement, puisant dans la tradition de l'intelligence augmentée, l'Hypercortex coordonné par la sphère sémantique IEML s'articule sans doute au Web des données, mais son approche est *radicalement orientée vers la modélisation réflexive de jeux d'interprétations collectives* en dialogue dans l'environnement ouvert, social et conversationnel du médium numérique.

24. Je remercie Harry Halpin, PhD, qui m'a aidé à définir le plus clairement possible la différence entre le programme de recherche du Web des données et celui de l'Hypercortex.

25. On trouvera dans mon article « The IEML Research Program. From Social Computing to Reflexive Collective Intelligence » [LVY 2010a], une discussion plus approfondie du rapport entre le programme de recherche IEML et l'entreprise du *Web des données* parrainée par le WWW Consortium. Je me contente de signaler dans cette note que, *dans la pratique*, les deux approches sont complémentaires : les ontologies peuvent être exprimées en IEML et des URL pourraient coder des USL. Il est donc possible de développer l'Hypercortex en capitalisant sur tous les efforts qui ont été déployés dans le cadre de travail du Web des données. Je veux simplement insister ici sur la *divergence théorique* des deux approches.

8.2.3. *Machines conscientes ou machines miroirs de la cognition collective ?*

Une certaine intelligence artificielle extrémiste²⁶ se propose non seulement de fabriquer des machines présentant des comportements intelligents mais encore des machines effectivement conscientes. Dans le même ordre d'idées, certains futuristes pensent que le cerveau mondial (*global brain*) représenté par l'Internet pourrait bientôt devenir conscient. Contrairement à ces tendances, je défends un programme de recherche de l'intelligence augmentée qui vise à rendre *les individus humains réels* mieux conscients de leurs propres processus cognitifs personnels et collectifs. Ce programme se propose de construire, avec l'Hypercortex, un *observatoire scientifique* des processus cognitifs des conversations créatrices et un *outil de dialogue* entre ces conversations. Comme Nova Spivack²⁷, je pense que l'intelligence collective de l'espèce humaine pourra vraiment devenir consciente un jour. Et, comme lui, je pense que cela n'arrivera que par un reflet adéquat du fonctionnement de l'Hypercortex²⁸ dans les consciences d'êtres humains biologiquement incarnés, plutôt que par le biais d'une prétendue conscience des machines.

8.2.3.1. *Incarnation*

Il n'est pas inutile de rappeler ici deux critiques classiques du programme de recherche visant des machines conscientes : celles de Hubert Dreyfus et de Joseph Weizenbaum.

Le philosophe Hubert Dreyfus²⁹ part d'une analyse phénoménologique de la conscience humaine. La connaissance que nous avons de notre état psychique est *située* dans un environnement physique (au moins en arrière-plan) et *polarisée* par des désirs ou des attentes, des intentions, des craintes, etc. Or cette structure de la conscience humaine s'enracine dans une expérience animale corporelle, la discursivité symbolique n'étant jamais absolument séparée de cette expérience primordiale. En somme, *les ordinateurs ne peuvent pas être conscients parce qu'ils n'ont pas de corps*. Selon Dreyfus, le fait que les programmes d'ordinateurs puissent être exécutés indépendamment de leur implémentation matérielle confirme la désincarnation de l'intelligence artificielle et donc son impossibilité d'accéder à la conscience.

26. Représentée par exemple par Ray Kurzweil, voir [KUR 2006].

27. <http://www.novaspivack.com/uncategorized/will-the-web-become-conscious>

28. Nova Spivack parle de Métacortex et non d'Hypercortex mais l'idée de base semble la même.

29. Hubert Dreyfus, *What Computers Still Can't Do : A Critique of Artificial Reason* [DRE 1992].

La ligne de critique de Joseph Weizenbaum³⁰, lui-même un célèbre praticien de l'IA, suit un chemin complètement différent. Weizenbaum part de la définition de Turing selon qui l'on aura atteint une véritable intelligence artificielle lorsqu'un humain sera incapable de déterminer s'il dialogue (par écrit) avec une machine ou avec un autre humain³¹. Or Weizenbaum avait justement réalisé lui-même, dès 1966, un programme d'intelligence artificielle (ELIZA) qui provoquait la plupart du temps, chez ceux qui l'utilisaient, l'illusion de dialoguer avec un psychologue humain. Comme cette illusion était créée à partir d'un programme relativement simple, dont l'auteur lui-même reconnaissait qu'il ne comportait que quelques pages de code, il devenait évident pour Weizenbaum que l'attribution d'une conscience ou même d'une intelligence à une machine n'était en fait qu'une *projection anthropocentrique*. Même des logiciels d'IA beaucoup plus élaborés qu'ELIZA n'auraient avec ce dernier qu'une différence de degré de complexité et non une différence de nature : leur attribuer une intelligence consciente serait encore une forme de projection.

Pour en revenir au programme de l'intelligence augmentée, le fondement ultime de l'intelligence de l'Hypercortex est bel et bien celle du Cortex biologique et, avec cette intelligence corticale, l'activité et la sensibilité de corps vivants d'êtres humains directement plongés dans l'environnement biosphérique dont ils dépendent. Les seuls médias effectifs de la conscience réflexive sont les corps humains vivants : telle est la prémisse philosophique du programme de recherche de l'intelligence augmentée. Avec cette thèse clairement affirmée, ce programme ouvre une direction de recherche plus utile au développement humain durable que celle de la machine consciente mais aussi, sur un plan scientifique, une direction plus audacieuse et plus féconde.

8.2.3.2. *Connais-toi toi-même*

En effet, plutôt que de travailler à la création de machines conscientes, l'intelligence augmentée travaille à outiller l'intelligence humaine en vue d'une meilleure connaissance de ses propres processus cognitifs ; son objectif est d'*augmenter la réflexivité de l'intelligence humaine*. Cette approche rejoint celle de Seymour Papert, un des grands noms de l'intelligence artificielle et l'un des fondateurs du média Lab du MIT. Dès 1980, dans son livre *Mindstorms : Children, Computers, and Powerful Ideas* (1980)³², Papert a montré que la commande ou la programmation d'automates manipulateurs de symboles pouvait entraîner de remarquables bénéfices cognitifs. En nous renvoyant une image explicite de notre propre manière de penser sous la forme de l'exécution des programmes que nous avons conçus, l'ordinateur nous fournit le moyen de perfectionner notre pensée. Les indications de Papert rejoignent clairement le programme de recherche de l'intelligence augmentée, pour qui la meilleure manière

30. Weizenbaum Joseph, *Computer Power and Human Reason : From Judgment To Calculation* [WEI 1976].

31. Voir le fameux article de Turing « Computing Machinery and Intelligence » [TUR 1950].

32. [PAP 1980].

de développer la cognition humaine est de lui permettre de se connaître elle-même. En entrant dans une boucle réflexive - ou autoréférentielle - l'intelligence s'engage dans un chemin d'apprentissage ouvert. L'automatisation de la manipulation symbolique est alors mise au service de l'autonomie et de la puissance cognitive des personnes et de leurs conversations créatrices. Cette approche rejoint évidemment l'un des préceptes les plus anciens et les plus universels de la philosophie. Est-il besoin de besoin de justifier longuement l'impératif « connais-toi toi-même » ? L'adage socratique se trouve au fondement de la plupart des grandes traditions de sagesse, y compris (mais non exclusivement) la philosophie de tradition grecque. La principale différence avec la tradition est qu'ici le *connais-toi toi-même* est adressé à l'intelligence collective humaine dans le nouveau médium - numérique - de son développement.

8.2.3.3. *Conscience réflexive et computation du sens*

Mais si nous ne voulons pas créer de machine consciente, comment comprendre que la prétention de l'Hypercortex coordonnée par la sphère sémantique IEML soit de *computer le sens*³³ ? De nouveau, notre but *n'est pas* de construire une machine capable de comprendre consciemment le sens d'énoncés linguistiques. La sphère sémantique coordonnera des automates qui augmenteront nos capacités d'échange et de manipulation d'énoncés linguistiques, énoncés que *nous*, êtres vivants, incarnés et conscients, comprendrons.

Dans le projet de l'Hypercortex basée sur IEML, la « compréhension » toute mécanique qui est requise des machines se limite donc à trois processus principaux. Premièrement, des automates traitent des textes codés en IEML. Deuxièmement, ils assurent la correspondance, dans les deux sens, entre textes IEML et circuits sémantiques lisibles en langues naturelles par les conversations créatrices. Troisièmement, ces automates transforment, parcourent et mesurent les circuits de la sphère sémantique. Il faut garder en tête que l'ensemble des *nœuds* (les textes IEML) et l'ensemble des *circuits* de la sphère sémantique (connectant les textes IEML) sont deux groupes de transformation en correspondance fonctionnelle. Dès lors, trois types de manipulation peuvent être automatisés de façon coordonnée : (1) la manipulation des nœuds, (2) celle des circuits sémantiques entre les nœuds et (3) celle de la correspondance automatique entre nœuds et circuits.

En automatisant ces calculs, l'Hypercortex IEML aidera les conversations créatrices à *concevoir* des circuits sémantiques pertinents pour structurer les données ainsi

33. Je fais le point dans la conclusion générale du tome 2 sur la question du calcul automatique du sens. J'y répond notamment à l'objection classique : « le sens n'est pas calculable parce qu'il dépend du contexte ». Il est exact que le sens dépend du contexte. Le propre du modèle cognitif de l'Hypercortex est précisément de formaliser ce contexte au quadruple niveau de la langue, de l'énoncé, de l'énonciation et de la narration.

que les jeux d'interprétation collective adéquats qui utiliseront ces circuits. L'Hypercortex les assistera en outre dans la *navigation* des flots de données canalisés par les circuits et évalués par les jeux. En fin de compte, l'Hypercortex les engagera dans un chemin de *perfectionnement* continu de leurs circuits sémantiques et de leurs jeux d'interprétation collective.

Il ne s'agit donc pas de donner aux automates sémantiques une conscience effective du sens des langues naturelles, quoique leur comportement élaboré puisse se prêter à une telle projection anthropocentrique. L'enracinement des langues naturelles dans l'expérience humaine concrète est *déjà* réalisée par les personnes vivantes ! Puisque le sens des énoncés en langue naturelle s'actualise déjà dans n'importe quelle conscience humaine, nous n'avons pas à reproduire artificiellement cette actualisation au moyen de notre machinerie sémantique. La *computation du sens* désigne donc principalement (et c'est déjà beaucoup !) :

- 1) la structure de groupe des textes et des circuits sémantiques IEML,
- 2) les diverses possibilités de calcul de distance sémantique basés sur cette structure,
- 3) la double traduction réciproque entre IEML et langues naturelles ³⁴.

8.2.3.4. *L'Hypercortex au service de l'intelligence réflexive*

Le moment est venu de résumer les finalités de l'intelligence augmentée contemporaine. A l'époque de l'informatique quantique, de la photonique, de la nanorobotique, des sociétés d'agents et de la réalité augmentée, un environnement distribué riche en robots et agents logiciels interconnectés devient le médium privilégié de la cognition distribuée humaine. Dans ce cadre d'informatique ubiquitaire, le programme de l'intelligence augmentée ne vise pas la simulation de l'intelligence individuelle, mais bel et bien un développement des *puissances réflexives* de la cognition symbolique aussi bien à l'échelle personnelle qu'à l'échelle collective. Il ne s'agit donc pas, dans le projet de construction de l'Hypercortex, de munir le tissu médiatique omniprésent d'une « intelligence artificielle » centralisatrice, mais plutôt d'utiliser la nouvelle écologie logicielle massivement distribuée pour créer et partager de la signification pair-à-pair, pour perfectionner les capacités personnelles et collective de produire, gérer et s'approprier les connaissances. La base techno-culturelle de ce projet de croissance cognitive omnidirectionnelle est un nouveau système symbolique - IEML - conçu dès l'origine pour exploiter la puissance de calcul et de communication du médium numérique au service d'un accroissement de réflexivité de l'intelligence collective.

34. Je ne parle ici que du sens au niveau de la langue et des énoncés. Pour le sens au niveau de l'énonciation et de la narration en contexte, voir les jeux d'interprétation collective décrits au chapitre 13 et la mise au point qui sera faite au tome 2 dans la conclusion générale de cet ouvrage.

8.3. Les moyens de la manipulation automatique de symboles : au-delà des probabilités et de la logique

Après avoir discuté des fins de l'intelligence augmentée, j'en viens maintenant à ses moyens techniques. Le fond de mon argumentation est le suivant : l'arsenal classique de l'intelligence artificielle, à savoir l'exploration de graphes, le raisonnement automatique ainsi que le calcul statistique et probabiliste sont nécessaires à l'intelligence augmentée, mais ne lui suffisent pas.

8.3.1. Exploration de graphes

La théorie des graphes est évidemment une des bases de l'informatique, comme celle de nombreuses disciplines du génie où il est question de construire et de maintenir des réseaux. Elle commence également à être reconnue comme fondamentale pour bien d'autres domaines de recherches, y compris dans les sciences humaines, de la linguistique à la sociologie³⁵. La topologie sémantique IEML³⁶ propose un nouveau cadre de travail qui peut être brièvement résumé par les quatre points suivants.

1. Les nœuds et les liens des graphes de la sphère sémantique ont un *sens*, étiqueté en STAR-IEML par des *USL*³⁷.
2. Il existe un groupe de transformations³⁸ sur les *USL*.
3. Le groupe de transformation sur les *USL* entraîne l'existence d'un groupe de transformation sur les graphes sémantiques que les *USL* étiquettent.
4. Il existe une correspondance automatisable entre *USL* et graphes sémantiques. Non seulement les nœuds des graphes sémantiques IEML sont étiquetés par des *USL* mais, en plus, chaque étiquette-*USL* distincte correspond elle-même à un graphe sémantique distinct. Cela signifie que chaque *nœud* et chaque *lien* de la sphère sémantique projette une image de son sens dans les *graphes* de cette même sphère sémantique. La topologie de la sphère sémantique est auto-réfléchissante !

C'est notamment grâce à cette propriété auto-réfléchissante que la sphère sémantique IEML peut servir de *système de coordonnées de la cognition symbolique*. A l'intérieur de ce système de coordonnées, les parcours automatiques dans des graphes, les raisonnements automatiques (permettant d'attribuer des valeurs de vérité aux nœuds

35. J'ai traité de ce point et indiqué les principaux auteurs sur le sujet au début de la sous-section 9.4.1.

36. Voir le second tome et [LVY 2010b].

37. Je rappelle que les *USL* (*Uniform Semantic Locators*) sont les textes ou expressions valides d'IEML et qu'IEML est un *langage régulier* au sens de Chomsky.

38. La notion de groupe de transformation sera développée philosophiquement à la section 9.4 et mathématiquement dans le second tome. Voir l'article « groupe (mathématiques) » dans Wikipedia pour une introduction.

ou de déterminer l'énergie de courants sémantiques), tout comme les calculs statistiques et probabilistes gagnent alors en puissance et prennent un sens nouveau. Ma proposition ne consiste pas à dénigrer les réseaux, bien au contraire, mais à augmenter la puissance des modèles fournis par la théorie des graphes en la démultipliant par un groupe de transformations sémantiques.

8.3.2. *Limites des statistiques*

Dans le domaine des sciences exactes, Claude Shannon fut le premier chercheur à proposer une définition précise, c'est-à-dire calculable, de l'information. On se souvient³⁹ qu'il fait dépendre la quantité d'information portée par un message de l'improbabilité de ce message. Mais cette définition, certes précise et vraie, ne concerne que la *quantité* de l'information. Même si la perspective de Shannon est parfaitement valide du point de vue de l'ingénieur, nous savons tous que la *pertinence* de l'information dépend beaucoup plus de son sens et de sa valeur dans un contexte humain que de l'improbabilité de sa structure symbolique calculée selon des critères purement statistiques. Telle est la première limite des statistiques. C'est précisément cette pertinence de l'information que les jeux d'interprétation collective d'IEML veulent expliciter et rendre calculable⁴⁰.

Seconde limite : on ne peut fonder un système de coordonnées sémantique sur des bases statistiques. Comme je le montrerai au chapitre suivant, qui est consacré aux propriétés formelles d'IEML, ce système de coordonnées *doit* être un groupe de transformations algébriques pourvu d'une forte cohérence interne. Mais cela n'invalide nullement la valeur des calculs statistiques. Bien au contraire : la disponibilité d'un système de coordonnées sémantique permettra de faire des statistiques encore plus intéressantes et significatives qu'en son absence. Je pense notamment aux statistiques qui porteront sur les flux de courant dans les circuits sémantiques et sur la connexion de ces flux avec les données.

8.3.3. *Limites de la logique*

La logique formalise des raisonnements sur des propositions au sujet desquelles, à la limite, elle n'a rien à dire. Le sens et l'efficacité des connaissances dans l'expérience humaine ne sont pas de son ressort. Lorsque Wittgenstein, à la fin du *Tractatus*

39. Voir le dernier paragraphe de la sous-section 2.2.2.

40. Dans les Jeux d'interprétation collective, les idées sont représentées par le triplet (*URL, C, USL*). L'*URL* représente l'adresse des données dans le Web. L'*USL* représente l'adresse des métadonnées dans la sphère sémantique IEML. *C* représente la valeur intensive polarisée (positive ou négative) du courant sémantique. Voir *supra* le chapitre 6 pour une approche philosophique générale et la section 7.4.7 pour un survol des Jeux d'IC. Voir *infra* les sections 13.7 et 13.4 pour une approche technique détaillée.

⁴¹, déclare que « ce dont on ne peut parler, il faut le taire », il faut l'entendre comme un aveu d'impuissance à exprimer de manière scientifique ce qui fait le sens de l'existence humaine. Mais la science, dans son développement créatif, peut-elle se *réduire* à l'articulation de propositions logiques correspondant à des « faits » objectifs et à la mise en œuvre de raisonnements valides sur ces propositions ? Je ne le pense pas. Il est vrai que la logique ne permet que d'enchaîner des « tautologies », puisque sa fonction de transmission fidèle des valeurs de vérité (*garbage in, garbage out*, disent les informaticiens) ne l'autorise à aucune véritable création. N'est-ce pas une des raisons pour lesquelles Wittgenstein a commencé à s'aviser, à la fin de sa carrière, que la logique n'était peut-être pas l'alpha et l'oméga du langage ? La cognition symbolique humaine engendre une quantité illimitée de *jeux* de langage, dont les raisonnements logiques - certes importants - ne sont qu'un cas particulier.

Austin⁴² a bien mis en évidence que nombre de fonctions pratiques du langage naturel obéissent à d'autres règles que celles de la logique : ordres, promesses, verdicts, etc. Il assignait à la *pragmatique* l'étude de ces usages non logiques du langage, usages *en contexte* qui visent d'autres finalités que la fidèle transmission des valeurs de vérité d'une proposition à l'autre. Searle⁴³ a d'autre part souligné que les actes de langage étaient indissociables d'un « vouloir dire » (*meaning*), et donc d'une *intention de signification et d'action* traversant l'expression linguistique. L'intentionnalité et la force pragmatique dépassent la dimension logique ou même étroitement sémantique⁴⁴ de l'usage de la parole et relèvent de l'*énonciation* considérée comme événement transformateur de contexte. C'est pourquoi les jeux d'interprétation collective structurés par la topologie sémantique IEMML traite de la signification et de la pertinence en contexte d'idées formelles *considérées comme des énonciations*⁴⁵. C'est pourquoi l'Hypercortex IEMML pourra modéliser - au-delà de la logique - les actes pragmatiques et les jeux de langages qui font la richesse de la cognition symbolique humaine.

Freud⁴⁶ ou Jung⁴⁷ n'ont-ils pas montré que l'esprit humain ordinaire effectue quotidiennement des opérations de projection, d'inversion, de déplacement, de métaphorisation, de transformation analogique et autres transmutations ? Et la multitude bigarrée de ces opérations cognitives non logiques n'a-t-elle pas été cultivée et théorisée

41. Voir [WIT 1921] et l'avant-dernière note de la sous-section 3.1.3.

42. Dont il a déjà été question dans la dernière note de la sous-section 3.1.3, voir son ouvrage *How to Do Things With Words* [AUS 1962].

43. Que j'ai également déjà évoqué dans la dernière note de la sous-section 3.1.3, voir : [SEA 1969, SEA 1983].

44. Si on limite la sémantique au contenu des actes strictement locutoires (indépendamment de leur force illocutoire et perlocutoire) c'est-à-dire au sens grammatical des énoncés linguistiques.

45. Voir sur ce point la sous-section 13.5.2.2.

46. Voir par exemple : *L'Interprétation des rêves* [FRE 1900].

47. Voir par exemple : Karl Jung, *Psychologie et alchimie* [JUN 1944].

pendant des siècles par les poètes et les shamans, bien avant que les psychologues ne s'avisent de leur importance ?

L'intelligence augmentée prend fermement position pour la modélisation de toute la variété des opérations mentales permises par la cognition symbolique, y compris la métamorphose des fonctions mentales elles-mêmes. Ce faisant, elle rejoint le plaidoyer de Marshall McLuhan pour une tradition des *humanities* qui ne se réduirait pas seulement à la *dialectique* - c'est-à-dire au raffinement du raisonnement logique - mais qui intégrerait aussi la complexité de la *grammaire* et de la *rhétorique*. Et je précise qu'il faut entendre ici par grammaire la tradition littéraire dans sa foisonnante diversité et qu'il ne faut pas limiter la rhétorique aux figures de style ou à l'art de persuader mais y inclure toute une réflexion sur le bon usage du langage dans la cité ⁴⁸... En somme, l'intelligence réfléchie et augmentée par l'Hypercortex pourra modéliser bien d'autres opérations mentales que celles du raisonnement logique.

8.3.4. On ne peut modéliser la cognition symbolique sans reconnaître pleinement l'interdépendance où elle s'origine

L'intelligence artificielle avait fondamentalement raison de vouloir formaliser la cognition humaine en s'appuyant sur les ressources désormais disponibles de la manipulation automatique de symboles. Mais, dans sa hâte, elle a négligé trop de facteurs et ignoré les droits légitimes d'autres disciplines.

Il est sans doute exact que des dynamiques de circulation et de traitement d'information peuvent être abstraites de leur implantation matérielle et étudiées pour elles-mêmes. Telle est la grande découverte de la cybernétique ⁴⁹. Oui, il est possible de faire accomplir par des machines certaines fonctions que l'on croyait auparavant réservées aux plantes et aux animaux. Mais il semble bien présomptueux de s'imaginer recréer par quelques règles logiques sur une base de données la conscience sensorimotrice, rêveuse et fabulatrice qui monte en nous du flot opaque des processus physiologiques. Par l'intermédiaire des corps mortels plongeant dans l'interdépendance biosphérique, de couche de codage en couche de codage ⁵⁰, la conscience réflexive s'enracine profondément dans la totalité naturelle. En somme, du côté du matériel, l'intelligence artificielle a négligé les droits des sciences de la vie en refusant de prendre en compte l'incarnation physico-biologique de l'expérience humaine.

48. A ce sujet, je recommande chaudement la lecture de la thèse de doctorat de McLuhan Marshall, *The Classical Trivium : The Place of Thomas Nashe in the Learning of his Time* [MAC 1943b].

49. Voir sur ce point la sous-section 2.2.2.

50. Voir sur ce point la section 2.3.

Du côté du logiciel, l'intelligence artificielle s'est imaginé atteindre directement à la modélisation de la cognition symbolique au moyen du raisonnement automatique, de l'exploration d'arbres de décision et du calcul statistique et probabiliste. Ce faisant, elle négligeait les dimensions culturelles et sociales du sens et semblait ignorer⁵¹ l'apport irremplaçable des traditions herméneutiques des sciences de l'homme. Il n'y a pas de pensée sans mémoire et il faut bien des couches de codage et d'interprétation pour construire une mémoire digne de ce nom ⁵² !

En reconnaissant les droits de la nature physico-biologique et ceux des traditions culturelles, langagières, herméneutiques et symboliques, l'intelligence augmentée par l'Hypercortex IEMML se donne les moyens de produire des modèles computationnels de la cognition symbolique qui sont simultanément plus complexes et plus puissants que ceux de l'IA traditionnelle.

51. A quelques notables exceptions près, voir notamment : Winograd Terry, Flores Fernando, *Understanding Computers and Cognition : A New Foundation for Design* [WIN 1987].

52. Ce thème de la mémoire sera détaillé au chapitre 13

Chapitre 9

Présentation générale de la sphère sémantique IEML

Ce chapitre est consacré aux propriétés générales de la sphère sémantique qui sert de système de coordonnées au modèle IEML de l'esprit. Comme on peut le voir dans la figure 9.1, la sphère sémantique IEML contient essentiellement trois « couches » concentriques et interdépendantes.

Au noyau interne, un automate, la *machine* sémantique, génère, transforme et mesure le graphe géant hypercomplexe de la sphère sémantique.

A la couche qui enveloppe la machine, les nœuds et les liens de la sphère sémantique deviennent les textes (USL) traduits en langues naturelles d'un *métalangage*-pivot. Chaque USL distinct code un concept distinct et les connexions entre USL indiquent leurs relations sémantiques.

A la couche externe, la sphère sémantique assure l'interopérabilité d'une mémoire herméneutique globale. Cette mémoire se présente comme un *univers de jeux* d'interprétation collective d'où émerge un écosystème d'idées.

Les propriétés générales de la sphère sémantique sont évidemment liées aux trois couches qui viennent d'être évoquées : c'est un réseau de *concepts* (métalangage) *calculable* (machine) pouvant servir de système d'adressage aux *idées* (mémoire herméneutique). C'est pourquoi, avant de m'engager plus avant dans la description de la sphère sémantique, je vais commencer ce chapitre par une description des *idées* et des *concepts* dans le modèle IEML de l'esprit. Ceci fait, je développerai les qualités d'unité, de calculabilité, de symétrie, de cohérence interne et de complexité inépuisable de la sphère sémantique.

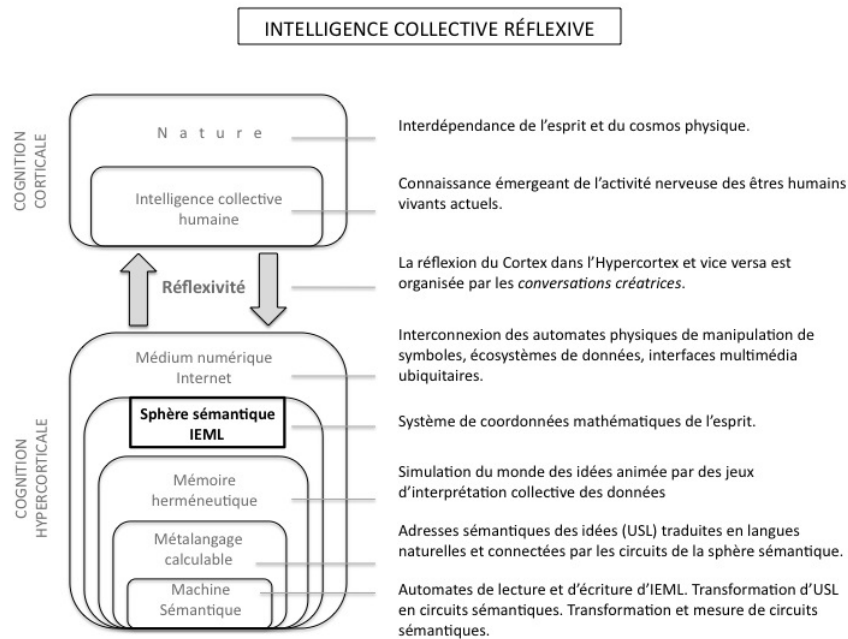


Figure 9.1 – Localisation du chapitre 9 sur la carte conceptuelle

9.1. Idées

9.1.1. Structure interne

Il est entendu que la cognition symbolique est en relation interdépendante avec la réalité physique de toutes sortes de manières, l'« esprit » et la « matière » représentant deux sphères complémentaires - actuelle et virtuelle - de la même nature communicationnelle. J'ai suffisamment traité de ce point dans la première partie de ce livre et je l'ai rappelé au début de cette seconde partie. Mais je m'intéresse maintenant au contenu propre de l'esprit. Considérons la cognition symbolique et demandons-nous ce qu'elle peut bien *contenir*. Il est clair qu'elle n'abritera pas d'objets massifs ni d'ondes énergétiques de type matériel, puisque tout cela appartient à la nature physique. Dans le modèle IEML, le contenu fondamental de l'esprit est fourni par des *idées*. Telle qu'illustrée par la figure 9.2, une idée se compose invariablement d'un concept S (une catégorie générale), d'un percept T (une image complexe de type sensorimoteur) et d'un affect B (une énergie d'attraction ou de répulsion). Passons en revue ces trois composantes.

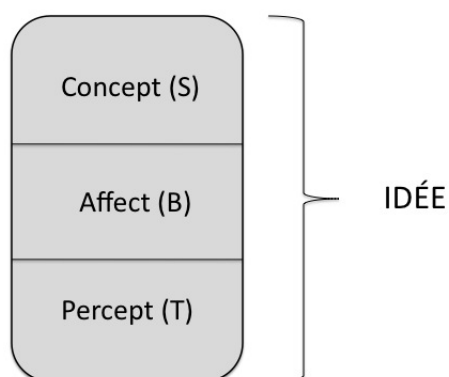


Figure 9.2 – La conjonction d'un concept, d'un affect et d'un percept dans une idée

9.1.1.1. *Percepts*

Comme en témoigne notre expérience quotidienne, l'esprit contient des images. Ces images peuvent être de type visuel, sonore, olfactif, tactile, gustatif, proprioceptif (images senties par le corps propre). Le plus souvent, les images sensorielles agrègent ces différents types de données des sens. Afin de pas risquer la confusion avec les images purement visuelles, ces *patterns* sensoriels multimodaux sont baptisées ici *percepts*. Les percepts sont assimilés au pôle « chose » (T) de l'idée.

Dans le modèle IEML, les percepts sont représentés par des URL, c'est-à-dire par les données multimédia et multimodales de toutes sortes que l'on peut trouver sur le Web. Du point de vue de l'exigence de calculabilité de notre modèle, nous savons que la production et la transformation automatique des images sensorielles ou « multimédia » ne présente aucune difficulté de fond. Nous disposons depuis plusieurs dizaines d'années de méthodes de synthèse automatique de l'image, du son et des données haptiques (mesure de pressions, retours d'efforts). Ces méthodes sont mises en œuvre à grande échelle dans la recherche scientifique ainsi que dans les industries du design, de l'illustration, de la musique, du divertissement ou du jeu. D'innombrables utilisateurs d'Internet (individus, groupes, institutions), produisent, transforment et connectent les données multimédia qui affluent dans le médium numérique. De plus, le mode d'adressage physique de ces données est *universel* et bien établi puisqu'il

s'agit des URL du Web. Certes, les URL sont sémantiquement opaques ¹, mais leurs relations sont bien traitées par des méthodes statistiques (comme le fait Google) ou bien par des méthodes logiques héritées de l'intelligence artificielle classique (comme le fait le Web des données).

9.1.1.2. *Affects*

Outre des images sensorimotrices, l'esprit contient aussi des émotions ou des *affects*. Ces affects distribuent leurs polarités (positives, négatives ou neutres) et leurs intensités sur les concepts et les percepts. Les émotions peuvent être conscientes ou inconscientes, simples et brutales ou bien subtiles et nuancées.

Concernant la modélisation des affects ou de l'énergie symbolique des idées, j'ai longtemps joué avec des fonctions *particulières* de distribution et de calcul de l'intensité d'un courant dans des réseaux d'idées, avant de décider qu'il n'appartenait pas à un cadre général de modélisation de fixer de telles fonctions. Il suffisait que la dimension affective ou que la « valeur » des idées soit représentée par un courant sémantique descriptible par deux nombres. Un des deux nombres représente (a) l'intensité du courant et l'autre nombre représente (b) sa qualité ou sa polarité sur une échelle négatif-positif. Dès lors, toutes sortes de fonctions peuvent être imaginées, testées et ajustées à des finalités particulières. Puisque les nombres sont évidemment calculables, la modélisation fonctionnelle des affects dans la sphère sémantique IEML est assurée.

9.1.1.3. *Concepts*

Finalement, après les percepts et les affects, l'esprit contient évidemment des *concepts* puisqu'il utilise le langage et qu'il manipule explicitement des classes abstraites ou catégories.

La possibilité d'une description fonctionnelle et calculable des affects et des percepts dans le médium numérique est acquise. Le plus gros problème de modélisation que j'avais à résoudre était celui de la production et de la transformation fonctionnelle des *concepts*. L'exposé de la solution à ce problème a déjà été esquissé plus haut à la section 7.4.5. J'y reviendrai plus en détail au chapitre 11, après avoir traité de la dimension proprement linguistique d'IEML ².

9.1.1.4. *Unité interne*

Les concepts, les percepts et les affects ne surgissent pas dans l'esprit séparément les uns des autres mais s'intègrent dans l'unité d'une idée. Une idée *conjoint*

1. Voir [BER 1996].

2. La *formalisation mathématique complète* de la production, de la reconnaissance et de la transformation des concepts sera exposée dans le second tome de cet ouvrage.

un concept, un percept et un affect. La simplicité et la clarté de cette dernière proposition ne doit pas dissimuler que chacune des trois composantes d'une idée puisse être floue, dynamique (en évolution), plus ou moins consciente et surtout complexe (c'est-à-dire qu'elle peut envelopper une multiplicité). Je signale en passant que ce que l'on appelle dans le vocabulaire ordinaire une « émotion » correspond dans le modèle IEML à une idée. En effet, ce qui se nomme « émotion » dans le langage courant comprend en fait, non seulement une intensité et une polarité affective, mais aussi une catégorisation sémantique (un concept) qui peut être très complexe, ainsi que des sensations physiques et des images (un percept).

Les trois aspects de l'idée ne peuvent être distingués que logiquement. Dans la réalité de l'idée, aucune de ses composantes ne peut exister sans les autres. On dira que le concept est le « savoir » de l'idée, un savoir qui la catégorise et la situe dans un réseau d'autres catégories. L'affect peut être considéré comme le « vouloir » dynamique de l'idée, la force et la direction (attractive ou répulsive) de son tropisme. Enfin, on assimilera le percept au « pouvoir » de l'idée. Sans le support sensible du percept, les affects et les concepts s'évanouiraient.

Aucun concept ne se présente à l'esprit sans dimensions émotive et sensible. De même, les affects ne se manifestent jamais sans images sensorimotrices ni concepts (aussi confus soient-ils). Finalement, même si le percept est un produit de fonctions sensorimotrices, il n'aurait aucune signification - et serait même « imperceptible » par l'esprit - sans catégorisation ni charge affective. Pour utiliser une métaphore physique : les objets physiques en mouvement ont nécessairement une localisation spatiale, une vitesse et une masse, qui ne peuvent être distinguées que logiquement. De même, les idées peuvent se décomposer en concept, affect et percept bien que leur réalité et leur efficacité impliquent nécessairement l'interdépendance concrète de ces trois variables.

9.1.2. *Production des idées*

Comme nous l'avons vu aux chapitres précédents³, les idées qui nous occupent ici ne sont pas fixes et éternelles comme celles de Platon mais - par l'intermédiaire des systèmes cognitifs qui les manipulent - elles interagissent les unes avec les autres et elles évoluent au sein d'écosystèmes d'idées. Ces idées sont d'autant moins fixes et éternelles qu'elles sont indissociables des *fonctions herméneutiques* de perception et de pensée qui les produisent.

Les fonctions herméneutiques ont déjà été décrites à la sous-section 7.4.7.1. Je les rappelle ici pour mémoire. On peut voir sur la figure 7.5 que les idées composées de concepts (S signe), d'affects (B être) et de percepts (T chose) sont produites par deux

3. Voir par exemple la section 6.4.

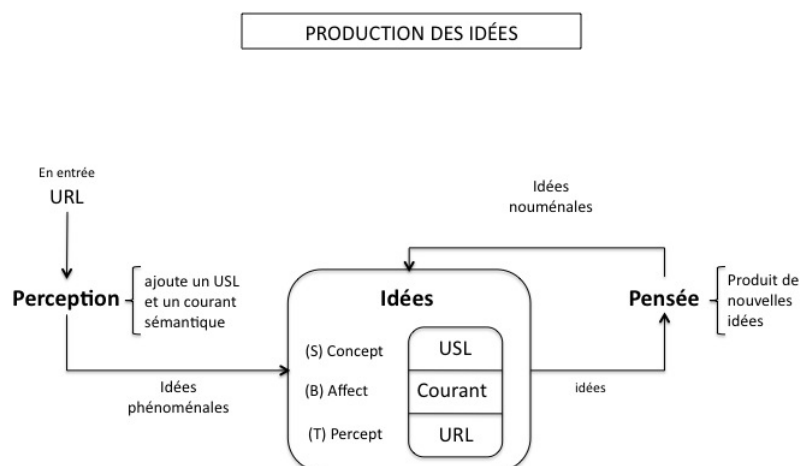


Figure 9.3 – Production des idées

types de fonctions.

1) Les *fonctions de perception* (A actuel) prennent en entrée des URL (tenant lieu de percepts) puis les catégorisent et les évaluent pour produire en sortie des *idées phénoménales*.

2) Les *fonctions de pensée* (U virtuel) prennent en entrée des idées, et produisent en sortie des *idées nouménales*.

Je rappelle enfin que, dans le modèle IEML, les concepts sont représentés par des USL, les percepts sont représentés par des URL et que les affects sont représentés par un courant sémantique.

9.1.3. Réseaux d'idées

Les idées elles-mêmes ne sont pas séparées mais se présentent à l'esprit *interconnectées en réseaux de relations*. Ce sont les fonctions de pensée qui assemblent les idées en *circuits* capables de conduire l'énergie affective modélisé par le courant sémantique. Je ne fais pas d'hypothèses particulières sur l'ordre, les causes, les raisons ou les caractères des relations entre les idées. Elles peuvent se connecter en fonction de leurs concepts, ou bien de leurs affects, ou bien de leurs percepts ou bien encore en fonction de n'importe quelle combinaison complexe de ces trois types de variables.

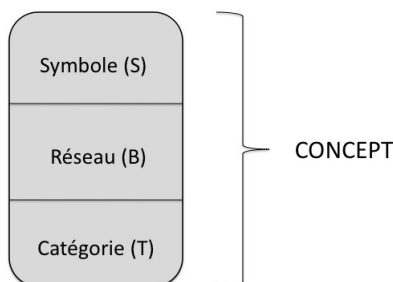


Figure 9.4 – Les trois composantes d'un concept

9.2. Concepts

Les concepts peuvent se décomposer en symboles, réseaux et catégories. Il est clair, pour commencer, que l'esprit ne peut manipuler les concepts que par l'intermédiaire de symboles ou de signifiants. Ces symboles, d'autre part, représentent des classes abstraites ou des catégories. Mais un symbole ne peut représenter une catégorie que parce qu'un *système symbolique* ou une langue *situe* ces catégories dans des réseaux paradigmatiques et syntagmatiques.

9.2.1. Un concept réfléchit une catégorie dans un symbole

L'existence même des concepts, c'est-à-dire de *catégories générales explicites* représentées par des signifiants, assure le caractère unique de la cognition symbolique humaine. En effet, les autres animaux ont sans doute des idées puisqu'ils connaissent évidemment des percepts et qu'ils catégorisent et évaluent leurs perceptions. La différence entre une idée humaine et une idée animale est que, dans l'idée humaine, *la catégorie (chose T) se réfléchit dans un symbole (signe S) par l'intermédiaire d'un système symbolique qui situe cette catégorie dans un réseau sémantique (être B)*. Le concept peut être considéré comme la clé de la pensée spécifiquement humaine. Parce qu'elle peut être considérée explicitement par l'esprit, la catégorie auto-réfléchissante qu'est le concept permet la manipulation, l'organisation et le filtrage des idées non seulement à partir de leurs affects ou de leurs percepts mais aussi à partir de leurs concepts.

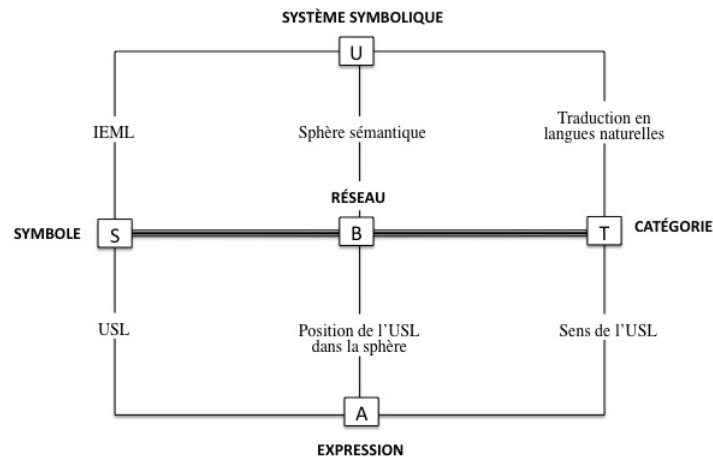


Figure 9.5 – Modèle IEML du concept

9.2.2. Un concept interconnecte des concepts

Un concept n'existe jamais isolément, non seulement parce qu'il apparaît toujours intégré à une idée, mais aussi parce qu'il est toujours aussi situé dans un réseau sémantique d'autres concepts. Sur l'axe paradigmatique de la langue, le concept se tient dans des rapports complexes d'inclusion, d'opposition, de complémentarité ou de généalogie avec d'autres concepts. Par exemple, blanc est une couleur, il est l'opposé de noir, il a la même racine que blanchir. Le concept de blanc *contient* ce réseau de relations. Sur l'axe syntagmatique de la parole, le concept entre dans des relations de rôles grammaticaux avec d'autres concepts. Par exemple : « blanc » joue le rôle d'attribut du sujet dans la phrase « un nuage blanc flotte dans le ciel ». Ce faisant, il devient partie intégrante du réseau syntagmatique de la phrase. Si le concept est lui-même figuré par une expression complexe, il *contient* le réseau syntagmatique de cette expression. Le concept comprend donc toujours un réseau - ou une position dans un réseau - de *relations sémantiques* (syntagmatiques et paradigmatiques).

9.2.3. *Le modèle IEML du concept*

Comme on peut le voir sur la figure 9.5, dans le modèle IEML du concept (S) son symbole est formalisé par un USL, c'est-à-dire par un texte du système d'écriture formel IEML, (B) son réseau est formalisé par un sous-ensemble du grand réseau de la sphère sémantique et (T) la catégorie qu'il représente est exprimée en langues naturelles. La catégorie ne peut se réfléchir dans le symbole que par l'intermédiaire d'un réseau sémantique. Le système symbolique représente la dimension virtuelle (U) de la conceptualisation tandis que son expression (A) représente sa dimension actuelle. L'avantage du modèle IEML est évidemment que le réseau (aussi bien celui de la sphère sémantique que celui de l'USL) est automatiquement calculable à partir du symbole et que le sens de la catégorie en langues naturelles est automatiquement calculable à partir du réseau.

9.2.4. *Adressage des idées par les concepts*

9.2.4.1. *Sur le rapport des idées et des concepts*

L'expérience humaine d'un concept est toujours intégrée à l'expérience d'une idée. Cela signifie que les concepts n'apparaissent jamais dans l'esprit *de manière séparée*, indépendamment d'affects et de percepts.

Dans le cosmos matériel décrit par la science physique, un objet doit être situé quelque part dans l'espace-temps (que ce soit de manière déterministe ou probabiliste) et doit posséder quelque masse ou énergie pour exister. De la même manière, pour exister dans l'esprit décrit par le modèle IEML, une donnée multimédia ou un percept doit occuper (de manière probabiliste ou déterministe) un circuit sémantique, c'est-à-dire un sous-ensemble de la sphère sémantique, avec une force affective quelconque.

On comprend qu'une simple adresse de la sphère sémantique - un circuit sémantique - n'implique pas nécessairement l'existence d'une idée. En plus du concept que formalise ce circuit, la pleine existence de l'idée nécessite *en plus* quelque force émotive (formalisée par un courant) et des images sensibles ou des données (formalisées par un URL). Il faut qu'un système cognitif quelconque ait investi de percepts et de charges affectives certains sites de la sphère sémantique pour que des idées commencent à s'y développer et à y faire circuler du sens. C'est pourquoi le graphe de concepts formalisé par la sphère sémantique n'est pas identique au monde des idées : il représente plutôt son contenant abstrait, ou son système de coordonnées, sous la forme d'une grille topologique qui permet de traiter la localisation des idées sur un mode fonctionnel et calculable. En somme, dans l'esprit, ce sont les idées qui existent. Les concepts, eux, sont *préalables à l'existence*. Ce sont des virtualités d'existence :

des lieux, sites ou adresses en forme de circuits capables d'accueillir des flux de courant sémantique et de catégoriser des données ⁴.

9.2.4.2. Pourquoi est-ce le concept qui adresse l'idée ?

Mais pourquoi, dans le modèle IEML, est-ce la sphère sémantique qui fournit à la nature de l'esprit son système de coordonnées fondamental ? Cette question peut se décomposer en deux sous-questions. Premièrement, pourquoi l'adresse d'une idée doit-elle être une partie de cette idée et, deuxièmement, pourquoi cette partie est-elle son concept et non son affect ou son percept ?

Premièrement, le « lieu » d'une idée dans l'esprit ne peut être quelque chose qui soit extérieur à l'idée elle-même. Cela signifie que les opérations cognitives qui font exister les idées comprennent naturellement et automatiquement *une opération d'adressage* de l'idée produite. Ce sont les fonctions herméneutiques elles-mêmes qui déterminent le lieu de l'idée. En d'autres termes, l'identité de l'idée doit impliquer sa localisation, ce qui élimine d'emblée toute forme de contenant ou d'adressage de type extrinsèque, arbitraire, « matériel ».

Deuxièmement, les idées n'ont que trois aspects : leur concept, leur affect et leur percept. Le choix des *concepts* comme adresses fondamentales des idées dans l'esprit peut alors être justifié par un raisonnement par élimination.

1) Plutôt que son sens, l'affect représente l'énergie de l'idée. Cette énergie peut se formaliser par deux quantités : l'intensité et la polarité (positive ou négative) de l'affect. Or les quantités en général sont trop pauvres pour fonder l'adressage sémantique des idées.

2) On ne peut non plus fonder le système de coordonnées de l'esprit sur les percepts, puisque ces derniers représentent les phénomènes sensibles impliqués dans la cognition symbolique et non la dimension proprement sémantique de l'idée. L'URL qui formalise le percept ne donne qu'une adresse physique. Avant d'avoir été catégorisés par des concepts (des USL), les percepts (les URL) sont sémantiquement opaques. Un des privilèges de l'esprit humain réside précisément dans la liberté de catégoriser de manière créative les données sensibles et les adresses spatio-temporelles. Or mon entreprise scientifique vise plutôt l'extension de ce privilège que son abolition.

3) Dès lors que l'on ne peut fonder l'adressage *sémantique* des idées ni sur les affects (quantitatifs) ni sur les percepts ou images sensibles (opaques), il ne reste plus

4. Alain de Libera a bien étudié la préséance logique des essences (que j'appelle ici les concepts) sur les existences dans la tradition philosophique médiévale et les sources de cette préséance dans la philosophie grecque. C'est Avicenne (Ibn Sina) qui est crédité d'avoir le premier insisté sur l'indépendance de l'essence par rapport à l'existence. Dans la métaphysique d'Ibn Sina, Dieu donne l'existence aux êtres en choisissant parmi des essences intellectuelles qui sont des virtualités formelles d'existence et qui, sur un plan logique, sont *antérieures* à l'existence. Voir *L'art des généralités. Théories de l'abstraction* [DEL 1999].

qu'à organiser le système de coordonnées de l'esprit autour de la troisième dimension des idées : leurs concepts (qualitatifs). Les concepts (formalisés par des USL) seront donc les adresses sémantiques des idées. J'ajoute que, dans le modèle IEML, chaque concept symbolisé par un USL implique automatiquement un réseau local exactement situé dans le réseau global de la sphère sémantique. Parce que tous les réseaux locaux correspondant aux USL se comportent comme les variables d'un groupe de transformation, la sphère sémantique se présente comme un candidat idéal pour l'adressage sémantique des idées. Finalement, le réseau correspondant à l'USL peut non seulement servir à adresser l'idée mais aussi à canaliser son courant (l'affect).

9.2.4.3. *Nature de l'adressage sémantique*

De nouveau, lorsque je dis qu'une idée est « dans » l'esprit, je *ne* parle *pas* d'une localisation de type « position dans un système de coordonnées géométrique tri- ou quadri- ou n-dimensionnel ». Je veux dire que le *concept* de l'idée est explicite ou codifié et que le code du concept peut être précisément désigné comme variable d'un groupe de transformations symétriques. Le système de coordonnées IEML de l'esprit, la sphère sémantique, est certes « mathématique », mais il répond à d'*autres* déterminations que celles de la géométrie euclidienne, de ses variantes ou de ses extensions. Le concept est formalisé comme un *circuit sémantique* en interconnexion avec une immense variété d'autres circuits au sein du système de coordonnées tissé par la sphère sémantique. Dans le modèle IEML, le contenant universel de l'esprit (son lieu fondamental) est donc un graphe composé de l'ensemble de toutes les adresses sémantiques possibles des idées, y compris le filet hypercomplexe de relations sémantiques qui interconnecte ces adresses. En formalisant l'univers des concepts, la sphère sémantique IEML permet de localiser précisément les idées et autorise la description de leurs relations et des transformations de ces relations par des fonctions calculables.

9.3. Unité et calculabilité

Après la description des idées, des concepts et de leurs rapports, nous pouvons maintenant aborder l'objet principal de ce chapitre, à savoir les propriétés générales de la sphère sémantique IEML, *qui est à l'esprit ce que l'espace géométrique est à la matière.*

9.3.1. *Calculabilité fonctionnelle*

Au plus haut niveau d'abstraction, la science de la matière s'appuie essentiellement sur une codification calculable, ou fonctionnelle, de la communication entre phénomènes sensibles. De la même manière, une science de l'esprit doit s'appuyer sur un modèle permettant la calculabilité de la communication entre processus de cognition symbolique. C'est pourquoi le modèle IEML impose à la connaissance de

l'esprit les mêmes contraintes que la communauté scientifique contemporaine impose à la connaissance de la nature physique.

Pour commencer, le modèle IEML permet de décrire les processus qui se déroulent dans l'esprit au moyen de *fonctions mathématiques calculables*. Je reprends entièrement à mon compte l'hypothèse fondamentale des sciences cognitives contemporaines selon laquelle les processus cognitifs doivent pouvoir se modéliser par des mécanismes explicites⁵. Loin de renvoyer à des entités ineffables, impossibles à traiter de manière rigoureuse, la signification, la pensée ou l'esprit *appartiennent à la nature* et doivent donc pouvoir être décrits par la science sur un mode calculable. La contrainte de calculabilité va de soi. Elle est en outre justifiée par des raisons d'opportunité puisqu'elle permet d'exploiter la puissance de calcul disponible dans le médium numérique. Il n'est pas nécessaire de commenter longuement ici une exigence épistémologique qui s'impose à la connaissance scientifique au moins depuis Galilée.

9.3.2. *Unité de l'esprit*

L'originalité de mon approche ne tient pas à l'exigence de calculabilité et d'explicitation intégrale, puisque cette exigence est partagée par la majorité des chercheurs du domaine. La singularité du cadre théorique que je propose vient de ce qu'il permet de saisir la cognition symbolique humaine comme *l'unité cohérente d'une nature*. On sait que, selon la physique contemporaine, tous les corps et tous les processus physiques communiquent (actuellement) dans la même nature matérielle. Symétriquement, selon le modèle IEML, tous les processus de cognition symbolique communiquent (virtuellement) dans la même nature de l'esprit. Pourquoi contraindre les fonctions calculables qui rendent compte de la cognition symbolique humaine à se coordonner au sein d'une nature commune et cohérente ?

La première raison est *pratique*, puisque l'interopérabilité sémantique au service de la gestion collaborative des connaissances sera évidemment favorisée par un tel type de modélisation. Mais cette contrainte se justifie aussi par une raison *théorique* fondamentale : la faculté symbolique humaine est unique. Comme son nom l'indique, la cognition symbolique humaine ne peut manipuler explicitement des classes abstraites sans utiliser de langues ou de systèmes de symboles quelconques. Dans la réalité factuelle, on ne trouvera jamais de pensée discursive, qu'elle soit consciente ou inconsciente, qui ne s'appuie effectivement sur des systèmes symboliques. Il est

5. Sur ce point, voir notamment de Howard Gardner *The Mind's New Science : A History of the Cognitive Revolution* [GAR 1987], de Jean-Pierre Dupuy *Aux origines des sciences cognitives* [DUP 2005] et, de Margaret Boden *Mind as Machine : A History of Cognitive Science* [BOD 2006].

pourtant nécessaire, au plan conceptuel, de distinguer entre *la faculté symbolique*⁶ innée et universelle qui singularise l'humanité - c'est-à-dire notamment la capacité de manipuler explicitement des classes, des catégories générales ou des essences intellectuelles abstraites - et *l'expression de cette faculté* en des temps et lieux déterminés. Cette expression s'actualise au moyen de plusieurs systèmes symboliques qui sont, par définition, conventionnels ou culturels.

Je demande maintenant que l'on considère non pas la multitude des systèmes symboliques conventionnels mais la faculté symbolique universelle. Puisqu'il existe une faculté symbolique qui est une *propriété commune* à notre espèce, nous pouvons supposer l'existence d'une *contrepartie objective de cette faculté* : l'ensemble des variables que cette faculté produit et transforme, c'est-à-dire un univers de concepts auto-réfléchissants capable de catégoriser les données des sens et les émotions. Je crois que nous ne pourrions observer et étudier l'intelligence collective humaine qui s'exprime dans les données numériques, que si nous disposons d'une formalisation mathématique de cet univers de concepts, incluant leurs relations et leurs transformations⁷. C'est précisément la raison pour laquelle j'ai construit la sphère sémantique IEML.

9.3.3. *Contraintes de calculabilité s'imposant au système de coordonnées sémantique*

A la section précédente, nous avons bien distingué les idées (qui sont des pensées vivantes pleines d'émotions et d'images sensibles) et les concepts (qui sont les adresses sémantiques des idées). Nous avons vu aussi que la sphère sémantique IEML - le système de coordonnées de l'esprit - formalisait l'univers des concepts comme un graphe sémantique géant. Or un des problèmes techniques de taille auquel j'ai été confronté pendant des années était le suivant : comment produire *automatiquement* la sphère sémantique ? Je dis « automatiquement » car il ne pouvait évidemment être question de la fabriquer à la main. Si la sphère sémantique devait servir de système de coordonnées adressant la nature de la cognition symbolique, elle devait être, sinon infinie, au moins immense. D'où le besoin de disposer d'une machine pour la tracer, la parcourir et la mesurer. En outre, une des finalités de mon projet était d'exploiter au maximum la puissance de calcul ubiquitaire mise désormais à notre disposition par le médium numérique. Une des raisons pour lesquelles la sphère sémantique n'a

6. Ou faculté intellectuelle, voir le livre III du *Traité sur l'âme* d'Aristote [ARI 1959].

7. Cet univers intelligible est un thème classique et très ancien de la philosophie, initié par Platon, amplement développé par les écoles néoplatoniciennes de l'Antiquité, repris par de nombreux philosophes médiévaux d'inspiration aristotélicienne, renouvelé par Leibniz à l'époque classique [LEI 1704] et notamment réactivé à l'époque contemporaine par Alfred N. Whitehead [WHI 1925, WHI 1929, WHI 1933], Karl Popper [POP 1972], Edgar Morin [MOR 2007], etc. Voir la section 6.4.

pas *déjà* été construite par les générations précédentes est précisément le défaut de puissance du calcul automatique disponible avant le XXI^e siècle. Pour construire cette sphère, j'ai donc conçu une machine abstraite capable d'exploiter pleinement les ressources computationnelle du médium numérique. Ce qui rendait particulièrement difficile la conception de cette machine à tisser la sphère sémantique était que les nœuds et les liens de ce filet arpentant la nature de l'esprit n'étaient pas comme les points ou les droites homogènes de la géométrie dans l'espace tridimensionnel ordinaire, qui ne diffèrent que par leur position. Non, les sommets et les arrêtes de ce gigantesque graphe sémantique devaient être des singularités qualitatives, des *textes* distincts exprimant des catégories distinctes et connectés par des *rapports de sens* distincts. Il me fallait construire une machine abstraite - mais réellement implémentable par des programmes informatiques - qui soit capable de tisser l'immense réseau hypertextuel fractaloïde d'un système de coordonnées sémantiques, de traduire ce réseau de textes en langues naturelles et cela sans quitter la déductibilité, la précision et la maniabilité algorithmique de l'algèbre. A cause de l'usage que je me proposais d'en faire (modéliser et observer des écosystèmes cognitifs), ce « contenant » mathématico-linguistique de la nature de l'esprit devait se conformer à plusieurs contraintes d'automatisation. Ses circuits et les chemins dans ses circuits devaient pouvoir être dessinés et transformés automatiquement. Automatique également devait être le repérage des variations par invariances, c'est-à-dire des symétries et des dissymétries sur sa grille fondamentale. Enfin, les distances sémantiques et les analogies entre circuits devaient elles aussi pouvoir être y mesurées par des mécanismes (c'est-à-dire par des programmes).

J'ai découvert progressivement que les contraintes interdépendantes de calculabilité qui viennent d'être énumérées convergeaient vers la notion de *groupe de transformation*⁸. Si les *USL*⁹ (symbolisant les concepts) et leurs graphes de relations étaient construits comme les variables d'un système de transformations symétriques, leur traitement algébrique et l'automatisation de ce traitement devenaient non seulement possibles mais pleinement satisfaisants sur un plan scientifique. La symétrie, en effet, exclut l'octroi de privilèges indus à quelque variable que ce soit : les variables d'un système symétrique sont distinctes mais « égales » face aux opérations qui les transforment réciproquement. C'est pourquoi je suis parvenu à une solution dans laquelle les *USL*, qui sont les expressions valides ou les « textes » d'IEML, et les circuits de la sphère sémantique, dont les sommets et les arrêtes sont étiquetés par des *USL* traduits en langues naturelles, *sont* - les uns et les autres - les variables de groupes de transformations symétriques. En outre, ces deux systèmes de transformation symétriques (1) le métalangage régulier IEML et (2) la sphère sémantique sont eux-mêmes en relation symétrique de transformation réciproque (voir plus loin la figure 11.3). Parce qu'elle est profondément intégrée à la conception fondamentale de la sphère sémantique et

8. Sur les symétries, groupes de transformations et leur rôle dans la démarche scientifique, voir par exemple : [BAC 2000, MIR 1995, LOC 1994, BUT 1991]

9. Je rappelle que le sigle *USL* signifie *Uniform Semantic Locator*.

de la machine capable de la tracer et de l'arpenter, je voudrais maintenant souligner et expliquer l'importance de cette notion de groupe de transformations symétriques.

9.4. Symétrie

Le système d'adressage conceptuel des idées, c'est-à-dire le système de coordonnées fondamental qu'est la sphère sémantique IEML, est *symétrique*. De même que l'espace contenant la matière est symétrique (c'est un groupe de transformations : par exemple, les mouvements de rotation et de translation sont réversibles), la sphère sémantique contenant les idées doit traiter toutes les adresses sémantiques formalisant les concepts comme des variables interchangeable qui peuvent être transformées les unes dans les autres de façon symétrique. En d'autres termes, aucune adresse sémantique, aucun « point de vue » conceptuel ne doit être privilégié par rapport à un autre, les changements d'adresse doivent être réversibles et ces changements (formalisés par des opérations algébriques) doivent se composer de manière rationnelle. Cette contrainte répond notamment à l'intuition générale selon laquelle la nature (qu'il s'agisse de la nature de l'esprit ou de la nature matérielle) met potentiellement en relation de communication symétrique les individus appartenant à la même couche de complexité.

9.4.1. Unité et symétrie

Dans le cours de mon travail, il m'est apparu que la *calculabilité* des processus cognitifs, qui était une des hypothèses fondamentales de ma recherche¹⁰, entretenait une relation profonde avec une autre de mes hypothèses fondamentales, à savoir celle de l'*unité* de l'esprit.

Raisonnons d'abord par analogie avec la nature matérielle. Comment l'unité de la nature physique, qui est une des grandes découvertes de la science moderne¹¹, est-elle représentée sur un mode mathématique ? Ma réponse est la suivante : depuis la révolution newtonienne (notamment préparée par les travaux de Copernic, Kepler, Galilée et Descartes) tout ce que contient la nature matérielle est situé ou adressé, par les sciences qui l'étudient, dans un unique continuum spatio-temporel. Ce contenant

10. Je rappelle ici que cette hypothèse n'a rien d'original. Elle est partagée par la plupart des chercheurs en sciences de la cognition.

11. Par opposition avec la fragmentation ciel / terre ou monde sublunaire / monde céleste de la cosmologie médiévale. Dans la cosmos médiéval fini et fragmenté, largement hérité d'Aristote, seul le monde céleste se laissait décrire sur un mode mathématique. La science moderne a unifié la nature physique en l'envisageant comme un univers infini sans centre absolu et en soumettant toutes ses parties à la modélisation mathématique. Je renvoie une fois de plus sur ce point à [KOY 1958].

fondamental est formalisé par *un système de coordonnées géométriques* ou, selon la physique contemporaine, par un système de relations symétriques entre systèmes de coordonnées. Or une des principales propriétés de l'espace géométrique est d'être un groupe de transformations. En effet, les figures géométriques peuvent faire l'objet de rotations, de translations et de symétries en miroir, et ces opérations peuvent être combinées et inversées à volonté. La *structure même de l'espace* est générée par ces opérations inversibles et recombinaisons. Ce sont les propriétés de symétrie de l'espace géométrique (le fait qu'il soit un groupe de transformations) qui en font un système de coordonnées *scientifique*. Si le système de coordonnées spatio-temporel n'était pas un groupe de transformations, on ne pourrait pas *décrire de manière cohérente par des fonctions calculables* les trajectoires des objets matériels, ni aucune sorte de transformation locale ou temporelle. Le groupe de transformations assure la « rationalité » des changements décrits en son sein. Toute la nature matérielle est contenue dans le même espace géométrique, et cela quel que soit - selon les modèles - le nombre de dimensions de cet espace. Et l'unité de la nature ne vient pas d'être contenue dans le même espace comme par un sac qui envelopperait de l'extérieur une multitude chaotique et hétérogène. Non, l'unité assurée par le système de coordonnées géométrique vient de la symétrie interne des opérations que l'on peut accomplir sur ses adresses. Il s'agit donc d'une unité intrinsèque, inhérente à la nature telle qu'elle est représentée par nos modèles scientifiques. Le système de coordonnées géométrique établit *simultanément* l'unité et la calculabilité de la nature qu'il permet de modéliser. C'est une machine abstraite, une structure cohérente et symétrique de relations entre des variables par l'intermédiaire de quelques opérations recombinaisons. En un sens, l'espace géométrique est *généré* par cette machine abstraite.

Il existe d'autres groupes de transformations que ceux de la géométrie. C'est ainsi que les opérations d'addition et de multiplication forment un groupe de transformations sur les nombres rationnels. Autre exemple : les opérations d'intersection et de différence symétrique forment un groupe de transformation sur les sous-ensembles d'un ensemble. Dans les trois exemples évoqués (espace géométrique, nombres et sous-ensembles), les variables, comme les opérations, entretiennent des rapports de symétrie et elles peuvent être combinées, recombinaisons et inversées à volonté. Cependant, leurs relations et leurs identités sont données dès la définition de la structure algébrique qui les engendre. Espace géométrique, nombres rationnels et sous-ensembles d'un même ensemble forment respectivement des unités intrinsèques parce que les opérations d'un groupe tissent entre leurs variables des rapports symétriques de génération ou de transformation réciproque. Les structures de groupe sont tellement fondamentales en mathématique que, malgré leur abstraction, elles sont enseignées dès le niveau secondaire ¹².

12. J'ai beaucoup appris sur les structures de groupe et la symétrie en lisant le livre d'Henri Bacri, *La symétrie dans tous ses états* [BAC 2000] et celui de R. Mirman *Group Theory, an Intuitive Approach* [MIR 1995].

Je reviens maintenant à mon problème : comment représenter scientifiquement l'unité de l'esprit humain, tout en garantissant que ses phénomènes changeants puissent être modélisés par des fonctions calculables ? La discussion précédente suggère l'adoption d'un *système de coordonnées* saisissant l'unité de l'esprit dans une structure algébrique de type « groupe de transformation ». Grâce à un tel système de coordonnées, les phénomènes changeants de la cognition symbolique peuvent être modélisés par des transformations - calculables et symétriques - sur les variables d'une même structure algébrique.

9.4.2. *Théorie des graphes et sciences humaines*

Mon insistance sur les groupes de transformations n'entre-t-il pas en conflit avec un courant de pensée contemporain selon lequel la « bonne » théorie mathématique pour modéliser les sciences cognitives et les sciences humaines serait plutôt *la théorie des graphes* ? Non. Comme je vais le montrer, le modèle que je propose combine à la fois la théorie des graphes et la théorie des groupes, puisque la sphère sémantique est un ensemble de graphes sur lequel on peut définir une structure de groupe. L'idée de fonder les sciences humaines et sociales - ou les sciences de l'esprit - sur la théorie des graphes, c'est-à-dire la théorie mathématique des réseaux, n'est pas nouvelle. C'est un des principaux mots d'ordre du courant de la sociologie qui s'intéresse au capital social¹³. C'est également l'un des thèmes développés par des sociologues créatifs contemporains comme Manuel Castells¹⁴, Barry Wellman¹⁵ ou Bruno Latour et, avec ce dernier, l'école de la sociologie des acteurs-réseaux¹⁶. Par ailleurs, les sciences cognitives et l'intelligence artificielle modélisent depuis longtemps les phénomènes cognitifs au moyen de réseaux sémantiques et de graphes en général¹⁷. Dans le même ordre d'idées, Albert-Laszlo Barabasi a éloquemment plaidé pour l'émergence d'une « science des réseaux » interdisciplinaire¹⁸. En accord avec ces auteurs et courants théoriques, j'adhère moi-même pleinement au programme général de recherche qui vise à tirer tout le parti possible de la théorie des graphes pour étudier les phénomènes cognitifs, culturels et sociaux. Les *sommets* - ou nœuds - des graphes peuvent être utilisés pour modéliser des acteurs (humains ou non-humains) et leurs *arrêtes* - liens ou connexions - pour modéliser les relations entre acteurs. De plus, les réseaux peuvent être considérés comme des circuits canalisant toutes sortes de grandeurs (information, valeur, prestige, etc.) selon différents modèles économiques, sociologiques, psychologiques ou autres. Or - et c'est là le point clé de mon argument - pour être utiles au

13. Voir par exemple [DEG 1994, FUK 1995, PUT 2000, LIN 2001].

14. Voir [CAS 1996, CAS 2009].

15. Voir [WEL 2001, WEL 2012].

16. voir [CAL 1989, LAT 1987].

17. Voir notamment les travaux de John Sowa [SOW 1984, SOW 2000].

18. Voir [BAR 2002].

progrès de la connaissance, les sommets et les arrêtes des graphes doivent être nécessairement *catégorisés*. Par conséquent, les sciences humaines auraient tout intérêt à disposer d'un système de coordonnées sémantiques codant les catégories ou concepts de telle sorte que les sommets et les arrêtes des graphes - et finalement les graphes eux-mêmes - puissent être traités comme les variables d'un groupe de transformations. C'est la raison pour laquelle je propose l'adoption d'un modèle scientifique de la cognition symbolique - la cognition symbolique étant le sol commun des sciences humaines - qui *intègre* la théorie des graphes *et* la théorie des groupes ¹⁹.

9.4.3. *Théorie des groupes et sciences humaines*

L'importance des groupes de transformation pour une étude scientifique de la société et de l'esprit humains a déjà été soulignée par de grands penseurs tels que Jean Piaget (1896-1980) ²⁰ et Claude Lévi-Strauss (1908-2009) ²¹. Jean Piaget a montré, par exemple, qu'un « objet » était une construction cognitive abstraite, l'objet stable émergeant dans l'esprit comme le groupe des transformations de ses apparences, c'est-à-dire comme *la structure qui reste invariante à travers les variations* que présentent ses aspects successifs. Des niveaux d'abstraction supplémentaires dans l'apprentissage et la pensée sont atteints lorsque différents objets ou domaines d'activités constitués comme des groupes de transformations se révèlent eux-mêmes être des variations d'une même structure fondamentale, moyennant les *morphismes* qui les méta-morphosent les uns dans les autres, tout en conservant certaines de leurs propriétés. La théorie mathématique qui étudie ces méta-groupes de transformations - la théorie des catégories - est à mon sens une des parties des mathématiques qui a le plus d'affinité avec la philosophie, l'épistémologie et les sciences de la cognition ²².

Claude Lévi-Strauss, considéré comme le chef de file de l'école structuraliste, a consacré la majeure partie de ses travaux à étudier des opérations de transformation sur des structures symboliques telles que : règles de parenté, mythes, rituels, formes esthétiques, formes sociales et autres. Par exemple, selon Lévi-Strauss, un mythe peut

19. Pour être complet, ce modèle intègre également la théorie de la computabilité et la théorie des langages réguliers (voir le second tome).

20. Voir notamment son ouvrage sur le structuralisme [PIA 1968]. Ce thème se retrouve dans la plupart de ses essais de modélisation de l'intelligence humaine.

21. Voir notamment *La pensée sauvage* [LEV 1962], là encore, il s'agit d'un thème récurrent dans toute l'œuvre de Lévi-Strauss.

22. Voir par exemple, sur ce point, un ouvrage posthume de Jean Piaget avec ses collaborateurs *Morphismes et catégories : comparer et transformer* [PIA 1990]. Sur les rapports entre théorie des catégories et philosophie, voir l'article de Alberto Peruzzi « The Meaning of Category Theory for 21st Century Philosophy » [PER 2006] et pour une application récente de la théorie des catégories à l'étude et au traitement automatique des métaphores, voir l'article de Yair Neuman et Ophir Nave : « Metaphor-based meaning excavation » [NEU 2009].

être défini comme l'ensemble de ses versions dans l'espace et le temps. Chacune des versions n'est que l'une des variantes particulières d'une même structure sous-jacente (souvent un graphe de relations) et peut être obtenue par la transformation d'une autre version, comme par exemple le remplacement d'un sommet par un autre ou le changement de direction d'une relation. Le chapitre III de l'un de ses ouvrages les plus fameux, *La pensée sauvage*, s'intitule précisément « Les systèmes de transformation »²³. Au début du chapitre suivant²⁴, après avoir fourni une foule d'exemples d'inversions, de substitutions et de transformations sur les systèmes symboliques de diverses cultures, Lévi-Strauss livre l'hypothèse maîtresse de son programme de recherche : « C'est seulement au niveau du groupe, non à celui de telle ou telle transformation arbitrairement isolée que les sciences humaines peuvent rencontrer leur objet ». Mais malgré cette insistance sur la notion de groupe, le programme de recherche structuraliste est resté en deçà de l'exigence que je formule ici, à savoir que - pour répondre aux contraintes de la méthode scientifique - les concepts ou catégories manipulées par la cognition humaine devraient pouvoir être traitées comme des variables d'un système universel de transformations symétriques et calculables. Je prétends que, sans ce système de coordonnées mathématique, sans ce filet topologique qui fait de l'univers des concepts le lieu fondamental de l'esprit - un lieu abstrait et infini - il nous est impossible de modéliser la culture (c'est-à-dire l'intelligence collective humaine) comme un *cosmos* scientifiquement connaissable.

Premièrement, sauf dans les *Structures élémentaires de la parenté*²⁵, pour la rédaction duquel il a travaillé avec le mathématicien André Weil (1906-1998), on ne trouvera pas chez Lévi-Strauss de définition formelle des ensembles symboliques ni des opérations sur les éléments de ces ensembles. On ne trouvera notamment pas de caractérisation mathématique précise des groupes (s'agit-il de monoïdes, d'anneaux, de groupes de Lie... ?). Le maître du structuralisme parle bien de « groupes de transformations » sur les signifiés ou les concepts mais, malgré la quantité et la précision des études quasi algébriques qu'il propose dans son œuvre, la notion de groupe de transformation relève encore la plupart du temps de la métaphore ou de l'image suggestive²⁶.

23. *La pensée sauvage*, Paris, 1962, p. 637-671 de l'édition 2008 de la Pléiade. J'ai déjà signalé plus haut qu'un autre grand penseur des sciences humaines, Jean Piaget, avait longuement médité sur l'importance des groupes de transformation pour modéliser l'esprit de manière scientifique, voir [PIA 1968].

24. Op. cit. p. 673.

25. Voir : Lévi-Strauss, *Structures élémentaires de la parenté* [LEV 1949], réédition EHESS, Paris, 1967.

26. Cet avis est partagé par Klaus Hamberger : « Si le chemin commencé par Lévi-Strauss doit aboutir un jour à une véritable science des transformations symboliques – ce qui implique la possibilité de reproduire tous les résultats de l'analyse transformationnelle dans une série de pas explicites et compréhensibles –, il est évident que la base formelle d'une telle science prendra

Deuxièmement, même si chaque version d'un système symbolique (mythe, rituel, structure de parenté...) est pensé par Lévi-Strauss comme « une transformation au sein d'un groupe » le penseur du structuralisme n'évoque que rarement - et de façon allusive ou ambiguë - la notion d'un groupe universel de transformations sémantiques propre à l'espèce humaine. Autrement dit, il se refuse à supposer, comme je le fais ici, la cohérence d'un univers des concepts rassemblé par un système de transformations symétriques et calculables.

On a l'impression à le lire que les groupes de transformations peuvent bien se dire d'aires ou de sous-ensembles culturels particuliers, mais que l'hypothèse d'un groupe de transformations universel capable d'accommoder, de traduire ou de modéliser en principe les structures de signifiés de l'ensemble des systèmes symboliques fait l'objet d'un tabou. Par exemple, après avoir cité Balzac (« Les idées, écrivait Balzac, sont en nous un système complet, semblable à l'un des règnes de la nature, une sorte de floraison dont l'iconographie sera retracée par un homme de génie qui passera pour fou, peut-être ²⁷. ») il déclare : « Mais à qui tenterait l'entreprise, il faudrait sans doute plus de folie que de génie ²⁸. » Or, en dépit de l'avertissement de Lévi-Strauss, quoique dans le prolongement de ses traces, le système de transformations sur les concepts modélisé par la sphère sémantique IEML offre effectivement une algèbre (au sens formel du terme), capable de cartographier et de manipuler de façon régulière l'ensemble « immense » des signifiés concevables.

9.5. Cohérence interne

Comme le système de coordonnées symétrique de la matière, le système de coordonnées symétrique de l'esprit qu'est la sphère sémantique IEML obéit à une contrainte forte de *cohérence interne*, cohérence qui n'a pas à se plier aux particularités de telle ou telle expérience particulière. Pour illustrer ce point, il n'existe pas de « haut » et de « bas » dans le système de coordonnées géométrique de la nature matérielle, même si toute l'expérience humaine témoigne de l'importance de la distinction entre le haut et le bas dans la vie quotidienne. De la même manière, l'exigence de cohérence interne de la sphère sémantique IEML aura préséance sur toutes les considérations pratiques particulières. En fait, c'est précisément grâce à la symétrie et à la cohérence interne

appui sur la théorie des groupes. Lévi-Strauss avait déjà indiqué cette orientation en se servant, ne serait-ce qu'à des fins d'illustration, du plus simple groupe de transformations symétriques qu'on puisse imaginer au-delà des groupes triviaux (d'ordre 1 ou 2), à savoir le groupe dit « de Klein », groupe d'ordre 4 engendré par deux transformations de période 2 (autrement dit par deux oppositions). » Cette citation est extraite de : Hamberger Klaus, « Le continent logique. A propos de Quadratura Americana d'Emmanuel Désveaux » [HAM 2004].

27. La citation est tirée de Honoré de Balzac, *Louis Lambert*, Gosselin, Paris, 1834.

28. *La Pensée sauvage*, p. 159 de l'édition originale [LEV 1962].

du système de coordonnées fourni par IEML que la connaissance scientifique de l'esprit pourra identifier - parmi les processus cognitifs - aussi bien les régularités que les singularités, les symétries comme les dissymétries.

9.5.1. *La formalisation mathématique des concepts est une nécessité méthodologique*

Au fondement d'une nature de l'esprit scientifiquement explorable, je pose un graphe quasi infini de concepts codés répondant aux contraintes de symétries d'un groupe de transformations. Je n'ignore pas, et le mot de Lévi-Strauss qui vient d'être cité vient me le rappeler, que cette position éveillera beaucoup de préventions d'ordre philosophique. On me soupçonnera peut-être de formalisme excessif ou d'idéalisme platonicien. On se demandera aussi pourquoi je ne pars pas de données empiriques sur les dimensions neuronale, linguistique ou sociale de la cognition symbolique. Concernant l'idéalisme platonicien, il me faut rappeler premièrement que mon modèle décrit une nature de l'esprit dont les idées ne sont ni fixes ni éternelles mais - bien au contraire - vivantes, dynamiques, évolutives et en interaction au sein d'écosystèmes cognitifs. Ce n'est qu'au niveau des concepts, c'est-à-dire au plan des *adresses sémantiques* des idées, que je pose un système de coordonnées mathématico-linguistique servant de référence « fixe ». Encore faut-il comprendre que cette fixité n'est que toute relative. Car, comme on le verra plus en détail par la suite, la machine qui tisse la sphère sémantique est programmable. Deuxièmement, cette machine - et le système de coordonnées qu'elle trace - ne s'origine pas d'une éternité transcendante mais d'une contrainte formelle : celle de rendre la cognition descriptible par des fonctions calculables au sein d'un univers symétrique et cohérent. Je demande au lecteur de se souvenir que cette approche méthodologique a fait ses preuves dans l'étude de la nature matérielle. Un des plus pénétrants parmi les historiens des sciences, Alexandre Koyré²⁹, a mis en relation la révolution scientifique des sciences physiques à l'époque moderne avec la convergence de deux courants de pensée : 1) un certain « retour à Platon », qui se signale par l'importance accordée aux idéalités mathématiques et 2) l'unification d'un cosmos infini, par opposition au monde clos et fragmenté de l'aristotélisme médiéval. Attention, il ne s'agit pas ici de « singer la physique », mais bien au contraire de penser scientifiquement - donc mathématiquement - la nature propre de la cognition symbolique, grâce à un système de coordonnées *spécifiquement adapté* à cet objet, c'est-à-dire conçu dès l'origine pour capter la communication du sens.

Concernant la relation de mon modèle avec les données empiriques (neuronales, linguistiques, sociales, etc.), le système de coordonnées proposé par la sphère sémantique IEML se présente explicitement comme une *convention scientifique utile* plutôt que comme un donné naturel. Cette convention a précisément pour rôle d'organiser

29. Voir notamment son ouvrage *Du monde clos à l'univers infini* [KOY 1958].

scientifiquement les données empiriques, c'est-à-dire de les valoriser et de les exploiter autant que possible, et non pas de les nier ou de leur substituer je ne sais quelle conception *a priori*. La mission du système de coordonnées sémantique est d'inscrire les données empiriques sur la cognition symbolique dans un cadre de travail qui les rende calculables, interopérables, comparables et signifiantes. La sphère sémantique IEML doit permettre autant que possible la description pertinente des données empiriques. C'est pourquoi cette grille organisatrice ne doit pas seulement posséder certaines propriétés mathématiques, elle doit *aussi* intégrer les principales caractéristiques des langues naturelles (que nous étudierons au chapitre 10). En effet, nous savons d'expérience que les langues sont adaptées à la description des données phénoménales du point de vue humain. C'est pourquoi la sphère sémantique IEML code les concepts *simultanément* comme des variables mathématiques (appartenant à un groupe de transformations) *et* comme des textes métalinguistiques (automatiquement traductibles en langues naturelles).

Je vais montrer maintenant que si les identités formelles des concepts étaient *déterminées* - de manière extrinsèque - ou bien par ce qu'elles représentent, ou bien par les mécanismes physico-biologiques ou sociaux de la cognition qui les supportent, il serait impossible de définir sur leur ensemble un groupe de transformations symétriques... et donc d'unifier l'esprit sur un mode qui permette une modélisation mathématique scientifiquement pertinente. Le nerf de mon argument est le suivant :

- 1) nous avons vu qu'un système de coordonnées sémantiques de l'esprit devait avoir la forme d'un système de transformations symétriques et calculables ;
- 2) la seule façon d'obtenir ce résultat est de construire un système autonome et cohérent de relations entre concepts ;
- 3) plutôt qu'une adaptation à un état quelconque des données ou bien aux mécanismes biologiques et sociaux qui soutiennent la cognition, la sphère sémantique devra donc déterminer une stricte *inter-définition* des concepts.

Pour les lecteurs qui auraient déjà médité sur la fonction des systèmes de coordonnées dans la connaissance scientifique, cette auto-position « transcendante » de la sphère sémantique n'apparaîtra pas très surprenante ³⁰.

30. Sur les systèmes de coordonnées, voir de Peter Galison, *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps* [GAL 2003]. Sur l'importance des cadres théoriques fondamentaux dans la connaissance scientifique voir notamment, de Karl Popper, *Objective Knowledge : An Evolutionary Approach*. [POP 1972]. Il faut noter que Popper reprend ici les conceptions des grands fondateurs de la physique contemporaine et notamment celles d'Albert Einstein. Sur le rôle formateur et déterminant des théories et cadres conceptuels dans l'histoire des sciences voir aussi, de Thomas Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* [KUH 1962].

9.5.2. *Le code identificatoire des concepts ne peut reposer directement sur des données empiriques*

9.5.2.1. *Inadéquation d'un fondement neuronal*

Je vais d'abord montrer qu'on ne peut fonder le système de coordonnées de l'esprit sur les données de la neurobiologie. Le système nerveux, support organique de la cognition animale, a émergé de l'évolution biologique comme producteur de formes phénoménales sur un fond de mémoire. Les circuits neuronaux mettent en œuvre des opérations de catégorisation sur le flux en boucle des données sensori-motrices. Au niveau de leur inscription organique la plus simple, les processus de catégorisation sont mis en œuvre par des neurones pourvus de fonctions de traitement des signaux électrochimiques : déclenchement à partir de seuils, amplifications... A un niveau de complexité supérieur, mais toujours dans la couche de codage neuronale, des opérations de catégorisation émergent de dynamiques auto-organisées d'états électrochimiques dans des « assemblées neuronales »³¹. Ces dynamiques inscrivent des circuits de catégorisation relativement stables dans la matière neuronale. Ce sont de tels circuits qui sont sculptés, notamment, par nos apprentissages. Or les mêmes mots, les mêmes phrases, signifiant les mêmes concepts, lorsqu'ils sont prononcés (ou même seulement pensés) par des personnes différentes, résultent de l'activation de circuits neuronaux non seulement physiquement distincts - mais dissemblables également par leurs *patterns* formels³². Bien plus, des phrases différentes de langues différentes peuvent évoquer des concepts identiques (« je conduis ma voiture », « *I drive my car* »). C'est pourquoi je pense qu'il n'existe pas de correspondance fonctionnelle entre concepts - d'une part - et dynamiques d'états neuronaux - d'autre part - qui soit pratiquement utilisable dans une perspective de codage sémantique à grande échelle.

9.5.2.2. *Inadéquation d'un fondement socio-technique*

Outre leurs mécanismes neuronaux, les opérations de catégorisation sont également mises en œuvre dans des circuits culturellement déterminés, qui sont indissolublement sémiotiques (réseaux de signes et de messages), sociaux (réseaux de personnes) et techniques (réseaux physiques). En général, des opérations de catégorisation complexes peuvent être mises en œuvre dans des réseaux hétérogènes interconnectant des artefacts, des fonctionnements institutionnels, des systèmes symboliques, etc. C'est ainsi, par exemple, que des institutions (comme les familles, les écoles, les tribunaux, les unités politiques), catégorisent les différences qu'elles produisent à leur propre sujet, au sujet de leurs membres et au sujet de leur environnement. Peut-on fonder le système de coordonnées de l'esprit sur ces mécanismes socio-techniques ? Je ne le pense pas, puisque des opérations de catégorisation impliquant les mêmes catégories (parent, diplômé, coupable, élu, etc.) peuvent évidemment être actualisées

31. J'emprunte le terme d'assemblée neuronale à Jean-Pierre Changeux [CHA 1983].

32. Voir notamment, de Terrence Deacon, *The Symbolic Species* [DEA 1997].

par des mécanismes spatio-temporels (actuels) entièrement distincts et entre lesquels il est bien difficile d'établir des fonctions de transformations *calculables*. En somme, les identités formelles, ou abstraites, de nos catégories doivent être distinguées des mécanismes concrets - neuronaux ou socioculturels - qui implémentent effectivement les opérations de catégorisation dans le continuum spatio-temporel.

9.5.2.3. *Inadéquation d'un fondement dans les langues naturelles*

Finalement, un système de coordonnées de l'esprit en forme de groupe de transformations calculables ne peut non plus être basé sur une langue naturelle. En effet, les concepts doivent être distingués des mots ou des phrases en langues naturelles qui les évoquent. Il est clair que le même signifié - ou concept - peut être désignée par des expressions en provenance de différentes langues (*dog, chien, kelb*, etc.). De plus, il n'existe aucune raison pour choisir une langue naturelle plutôt qu'une autre afin de coder formellement un concept. En outre, même si - à l'évidence - nous utilisons les langues naturelles pour penser et communiquer des catégories abstraites, les synonymies, homonymies, ambiguïtés et irrégularités des langues naturelles permettent difficilement de les utiliser comme outils d'identification scientifique des concepts. Une langue naturelle n'est pas un groupe de transformations calculable sur les concepts.

9.5.2.4. *Conclusion*

Nous voulons être capables de manipuler les concepts de manière automatique, transparente, symétrique, et donc de les représenter comme des *variables* de fonctions calculables dans un groupe de transformations. Mais, pour atteindre cette fin, nous ne pouvons faire reposer l'identité, la description formelle ou le codage scientifique des concepts... (a) ni sur des systèmes symboliques naturels ³³, (b) ni sur des mécanismes socio-techniques, (c) ni sur une quelconque circuiterie biologique. Les langues naturelles, les systèmes socio-techniques et les circuits neuronaux apparaissent ainsi comme des mécanismes de manipulation *empiriques* - donc opaques au calcul, implicites, actuels - de concepts *théoriques*, c'est-à-dire de variables transparentes au calcul : explicites, virtuelles, formelles, symétriques, supposées conventionnellement. L'identité scientifique des concepts ne peut reposer *directement* sur des données empiriques. Mais alors, *comment* coder les concepts de manière transparente au calcul ?

9.5.3. *Les concepts ne peuvent être distingués que par leurs relations mutuelles*

Puisque les concepts doivent être codés comme des variables d'opérations symétriques calculables et que l'on ne peut les distinguer les uns des autres ni par des

33. Il va de soi que les systèmes symboliques sont toujours culturels, et donc artificiels. Mais j'utilise ici le mot « naturel » au même sens que dans « langue naturelle », un système symbolique *naturel* s'oppose donc à un système symbolique délibérément conçu pour des motifs et selon des contraintes *scientifiques*.

données empiriques, c'est-à-dire ni par les signes naturels³⁴ qui les désignent, ni par les mécanismes concrets qui les manipulent, il m'a fallu mettre au point une méthode pour *les distinguer rigoureusement les uns par rapport aux autres*, c'est-à-dire à partir de leurs relations mutuelles. C'est pourquoi j'ai construit les codes identificatoires des concepts (les *USL*) de manière différentielle ou relationnelle, dans un réseau de rapports symétriques, et non par référence à un ensemble de données phénoménales. Puisque les concepts ne sont scientifiquement définissables que par leurs relations mutuelles, et puisque le principe de parcimonie³⁵ veut que le code d'un concept ne fasse qu'un avec sa définition scientifique, le code identificatoire de chacun d'entre eux équivaut au *nœud de relations qu'il entretient avec les autres*. C'est précisément à cette contrainte que répond la sphère sémantique IEML puisqu'elle permet de passer automatiquement d'un *USL* à un circuit sémantique traduit en langues naturelles.

Dans le modèle IEML, un concept se présentera donc *a priori* comme un carrefour hypercomplexe de rapports avec d'autres concepts³⁶. La topologie sémantique d'IEML fait correspondre à chaque *USL* (à la formalisation de chaque concept singulier) un *circuit singulier*. Ce circuit connecte l'*USL* dont il est l'expression aux autres *USL*, l'entr'expression des *USL* dessinant la sphère sémantique. Comme les idées de Platon ou les monades de Leibniz³⁷, les concepts de la sphère sémantique s'inter-définissent. Mais, avec la sphère sémantique IEML, on passe de la philosophie à la science, puisque la stricte interdéfinition des concepts emprunte un système de transformations symétriques et calculables.

La symétrie et la cohérence interne ne concernent évidemment que *le système de coordonnées* qui permet d'adresser les idées et les circuits qui les connectent. Sur le *fond* symétrique du système de coordonnées sémantique, les processus cognitifs dessinent des *figures* occupant tout l'éventail qui va du plus symétrique... *au plus dissymétrique*. Pour prendre une analogie avec les coordonnées terrestres, ce n'est pas parce que les méridiens et les parallèles dessinent une grille parfaitement symétrique sur la sphère terrestre que les continents, les fleuves ou les trajets des cyclones dessinés sur les cartes sont eux-mêmes symétriques ! Les fonctions cognitives qui pourront être

34. Voir note précédente.

35. Ce principe, également appelé *rasoir d'Occam* du nom du philosophe et théologien médiéval qui l'a formulé avec le plus de clarté, veut que l'on ne multiplie pas inutilement les entités théoriques. C'est pourquoi le code d'un concept doit contenir tout ce qui est nécessaire à son traitement scientifique, sans qu'il soit besoin d'ajouter une définition *en plus*.

36. Si l'on m'a bien suivi, cela n'empêchera évidemment pas - bien au contraire ! - que l'on puisse utiliser des nœuds de la sphère sémantique (représentant des concepts) pour indexer des données phénoménales.

37. Voir notamment : [LEI 1695, LEI 1704, LEI 1714a, LEI 1714b]. Voir aussi, sur la monadologie leibnizienne, de Michel Serres, *Le système de Leibniz et ses modèles mathématiques* [SER 1968].

automatisées grâce à la grille fondamentale proposée par la sphère sémantique seront aussi singulières et aussi complexes que l'on voudra.

9.6. Complexité inépuisable

Pour terminer ce chapitre, je voudrais souligner la complexité inépuisable *des fonctions de production de circuits* entre concepts. La sphère sémantique IEML se prête en effet au tracé automatisable d'une quasi-infinité de circuits sémantiques distincts et à la programmation d'une quasi-infinité de fonctions décrivant des transformations entre ces circuits. Un des principaux enjeux de cette section est de montrer que, même si la sphère sémantique est mathématiquement finie pour des raisons de calculabilité théorique, elle excède en pratique toute possibilité d'exhaustion.

9.6.1. Complexité inépuisable de l'esprit

Je pars de l'hypothèse que la nature de l'esprit est *infinie*. Ce postulat d'infinité doit être considéré comme un principe fondamental d'ouverture, qui se justifie avant tout par ses conclusions pratiques. Je veux simplement indiquer par là qu'aucune connaissance de l'esprit, aussi scientifique, compréhensive et précise soit-elle, ne sera jamais complète ou achevée. Il est clair, en effet, que les théories scientifiques sont des constructions humaines perfectibles et que nos capacités d'observation, de mesure, de mémoire et de calcul sont nécessairement finies. La connaissance de l'esprit se comporte, ici encore, exactement comme la connaissance de la nature matérielle. Puisque toute connaissance scientifique de l'esprit dépend de nos théories, de nos capacités d'observation, de mesure, etc. - qui sont finies - et que la nature de l'esprit - par hypothèse - est infinie, il en résulte nécessairement que la connaissance scientifique de la nature de l'esprit ne peut être qu'approchée ou incomplète. On peut également raisonner ainsi : puisque la nature de l'esprit est infinie et que la connaissance humaine finie ne peut l'explorer que progressivement, dans une durée irréversible, alors la sphère de la cognition symbolique nous réservera toujours de l'imprévu. N'importe quelle capacité de prédiction basée sur une mémoire finie du connu est structurellement dépassée par une vaste réserve d'inconnu qui ne sera jamais complètement découverte. Parce que le mot « infini » a un sens précis en mathématique et puisqu'on verra à la section 9.6 que - bien qu'elle soit immense - la sphère sémantique IEML (le système de coordonnées de l'esprit) n'est pas mathématiquement infinie pour des raisons de calculabilité, je préfère dire que le modèle IEML de l'esprit autorise l'exploration d'une *complexité inépuisable*. L'expression « complexité inépuisable » suggère bien que la connaissance manquante ne se réduit pas à une affaire de décimale ou de meilleure approximation quantitative : elle implique la découverte à venir de nouvelles formes, de nouvelles structures, de nouvelles couches...

9.6.2. *Variété illimitée des concepts et de leurs transformations*

Mon système de coordonnées de l'esprit doit répondre à deux exigences apparemment contradictoires. Premièrement, la topologie de la sphère sémantique doit obéir à une contrainte de calculabilité. Autrement dit, les fonctions de la machine qui trace cette sphère sémantique doivent pouvoir être exécutées par des algorithmes finis en un temps fini. *La calculabilité suppose la finitude*. Si les variables traitées par ma machine sémantique étaient en nombre infini, elles tomberaient sous le coup des théorèmes de limitation de Gödel, Church et Turing³⁸. C'est pourquoi la sphère sémantique ne peut pas être infinie, au strict sens mathématique du terme. Mais, deuxièmement, la sphère sémantique doit répondre à une contrainte d'ouverture illimitée, et cela à juste titre. Comment, en effet, un modèle fini pourrait-il représenter le terrain de jeu potentiel de l'esprit humain ? Il ne peut être question de clore en aucune manière le processus de création ou de découverte de nouveaux concepts. J'ai donc été confronté au problème de représenter de manière finie une réalité en principe infinie. Pour résoudre ce problème, j'ai adopté un modèle fini mais *immense*, c'est-à-dire dont l'ordre de grandeur dépasse les ordres de grandeur astronomiques et qui donc, à l'échelle des possibilités intellectuelles et techniques humaines, *équivalait à l'infini*.

Les cosmologistes estiment à 10^{80} le nombre maximal de particules dans l'univers matériel. Dans son article *Computational capacity of the universe*, le physicien Seth Lloyd calcule que, si chaque particule de l'univers pouvait être utilisée comme une partie d'un ordinateur géant, en jouant sur les états quantiques possibles des particules, cet ordinateur ne pourrait contenir que 10^{90} bits³⁹. A titre de comparaison, le nombre de connexions dans le cerveau humain est de (seulement !) 10^{14} . On peut néanmoins considérer que les pensées qui sont émises par un cerveau correspondent à des *configurations de connexions*, c'est-à-dire à un espace de possibles beaucoup plus grand que celui des connexions elles-mêmes. On peut appeler les nombres immenses, certes finis, mais à jamais hors d'atteinte de toute écriture exhaustive possible, des nombres *cryptographiques*. En effet, des univers de possibilités combinatoires de ce type sont utilisées en cryptographie pour éviter que les codes puissent être déchiffrés par une quelconque force de calcul brute.

La sphère sémantique générée par la machinerie d'IEML propose bel et bien une *approximation pratique de l'infini*, puisqu'un enregistrement codé de chacun de ses nœuds excède de plusieurs ordres de grandeurs les possibilités computationnelles de l'univers physique réel calculées par Seth Lloyd. Le modèle proposé par la sphère sémantique est « plus vaste » que l'univers physique, au sens où il se trouve hors d'atteinte d'un enregistrement physique brut ou d'une inscription complète de la liste

38. Voir par exemple de Marvin Minsky, *Finite and Infinite Machines* [MIN 1967] et le récent ouvrage de Barry Cooper, *Computability Theory* [COO 2004].

39. Lloyd Seth « Computational capacity of the universe » [SET 2002], voir aussi [SET 2000].

(codée en IEMML) des sommets de son circuit. *A fortiori*, la liste des fonctions calculables distinctes capables de décrire tous les chemins dans ses circuits est encore plus grande. En effet, considérons maintenant les *fonctions* qui transforment les variables sémantiques (les circuits d'*USL*), fonctions que l'on peut assimiler à des trajectoires conceptuelles. Puisque tous les circuits sont déjà donnés formellement par le système de coordonnées, les transformations entre circuits peuvent se traduire en *productions de réseaux* de circuits ou en *traçage de chemins* entre ces circuits. Or la topologie algébrique de la sphère sémantique autorise la création d'une variété quasi illimitée de fonctions calculables décrivant des trajectoires conceptuelles entre circuits sémantiques.

En somme, l'immensité cryptographique de la sphère sémantique est tout simplement hors d'atteinte de la finitude du cosmos physique. La sphère sémantique propose une approximation acceptable de l'infini parce que son hypertexte total, et plus encore les parcours dans cet hypertexte, resteront à jamais indéchiffrables *in extenso*. En revanche, elle reste finie et dénombrable sur le plan mathématique, échappant ainsi aux théorèmes de limitation de Turing, Church et Gödel. Dans la pratique, sa structure régulière et symétrique la rend disponible à toutes sortes de fonctions automatisables. *La sphère sémantique est donc indéfiniment explorable par des automates finis, même si son exploration totale est hors d'atteinte.*

9.6.3. Taille illimitée des concepts

La sphère sémantique n'est pas seulement ouverte en variété qualitative - puisque tous les *USL* sont des « textes » distincts - elle est aussi accueillante à autant de *degrés de complexité des concepts* que l'on voudra. On a l'habitude de comprendre sous les termes de catégorie ou de concept, le signifié d'un mot ou d'une expression *courte* : l'espèce chevaline, la justice, le printemps, le rire... Mais il n'y a aucune raison de limiter la complexité des concepts au signifié de courtes expressions. Le *signifié d'une phrase* est aussi un concept - un concept propositionnel - et peut donc être représenté par un nœud de la sphère sémantique. Il faut noter à ce sujet que l'attention des philosophes se porte plus souvent sur les *référents* des phrases (parce que la *vérité* de la phrase dépend de son référent), que sur leur *signifié* ou leur sens. Le philosophe et logicien allemand Gottlob Frege (1848-1925), dont l'ambition était de concevoir une « écriture des concepts » - et qui est considéré comme un des fondateurs de la logique contemporaine - a bien distingué entre le référent (*bedeutung*) d'une expression et son sens (*sinn*). L'exemple classique est celui de « l'étoile du soir » et de « l'étoile du matin » : les deux expressions ont un sens différent mais le même référent (la planète Vénus). La vérité des propositions se détermine dans leur rapport à leur référent : si

j'ai réellement vu Vénus, il sera tout aussi vrai que j'ai vu l'étoile du soir⁴⁰. Or je ne parle pas ici du référent, mais du sens - de la qualité sémantique singulière - de longues expressions linguistiques. Un paragraphe, un livre, une bibliothèque entière, voire un ensemble discursif ou documentaire immense, peuvent être comptés comme exprimant « une » identité conceptuelle hypercomplexe. Il est difficile à des êtres dont la mémoire à court terme est aussi limitée que la nôtre de saisir des concepts d'une telle « taille » à la fois dans leur unité, dans leur variété interne et dans leur interdépendance avec les autres concepts. Agissant comme une technologie intellectuelle⁴¹ augmentant nos capacités cognitives, la modélisation de l'esprit coordonnée par la sphère sémantique IEML permettra d'affiner notre compréhension de tels méga-concepts.

Nous savons déjà que les *concepts* sont modélisés par des *USL*, que les *affects* sont modélisés par des *courants sémantiques* et que les *percepts* sont modélisés par des *URL*. Si l'on combine toutes les possibilités des fonctions herméneutiques qui assemblent les concepts, les affects et les percepts et produisent des réseaux d'idées, alors il est clair que la sphère sémantique permet *la modélisation scientifique d'une nature de l'esprit à la complexité inépuisable*. Il s'agit de la traduction formelle de ce que l'on pourrait appeler en termes plus intuitifs : l'ouverture illimitée de la cognition symbolique, ou encore *la liberté naturelle de l'esprit*. Comprendre l'esprit comme une totalité naturelle ouverte et cohérente répondant aux contraintes de calculabilité, d'unité, de localité, de symétrie, de cohérence interne⁴² et de complexité inépuisable implique une profonde mutation du regard. Ce n'est qu'à partir de cette mutation intellectuelle que nous pourrions initier une véritable exploration scientifique de la cognition humaine.

40. Frege Gotlob, *Ecrits logiques et philosophiques*. L'article original distinguant entre sens et dénotation est de 1892 [FRE 1952, FRE 1971].

41. Voir sur ce point mon ouvrage *Les technologies de l'intelligence* [LVY 1990], ainsi que la section 12.1, qui renvoie à de nombreuses références.

42. Symétrie et cohérence interne *de son système de coordonnées*.

Chapitre 10

Le métalangage IEML

Après avoir décrit, au chapitre précédent, les principales caractéristiques formelles du système de coordonnées sémantique de l'esprit, je vais maintenant discuter la dimension proprement *linguistique* de ce système de coordonnées. En effet, chaque USL, c'est-à-dire chaque « point » de la sphère sémantique, est un *texte* en IEML qui peut être traduit automatiquement en un réseau de concepts exprimés en langues naturelles. La figure 10.1 montre la place de cette dimension métalinguistique dans mon modèle général de l'intelligence collective réflexive.

10.1. Le problème du codage des concepts

Le philosophe, mathématicien et savant W. G. Leibniz (1646-1716) avait posé dès le XVII^e siècle le problème de la calculabilité des concepts entendus comme qualités sémantiques distinctes mais interdépendantes ¹. Leibniz appelait *caractéristique universelle* le système de codage qui aurait rendu les concepts manipulables par des automates. La caractéristique universelle imaginée par Leibniz identifiait les concepts primitifs à des *nombre premiers* et les concepts composés aux *multiples* de ces nombres premiers. Comme les nombres sont calculables, le codage des concepts par des nombres était censé rendre les concepts calculables. Mais la caractéristique leibnizienne était très malcommode à manipuler. De fait, sa tentative n'a d'ailleurs pas eu de succès durable ni de successeurs directs *sous cette forme*. On voit, par cet

1. Voir par exemple, la discussion de la caractéristique universelle faite par un des maîtres contemporains de la représentation des connaissances John F. Sowa, *Knowledge Representation : Logical, Philosophical, and Computational Foundations* ([SOW 2000]) p. 6 et 7. Voir aussi, de Louis Couturat, *La Logique de Leibniz d'après des documents inédits* [COU 1901].

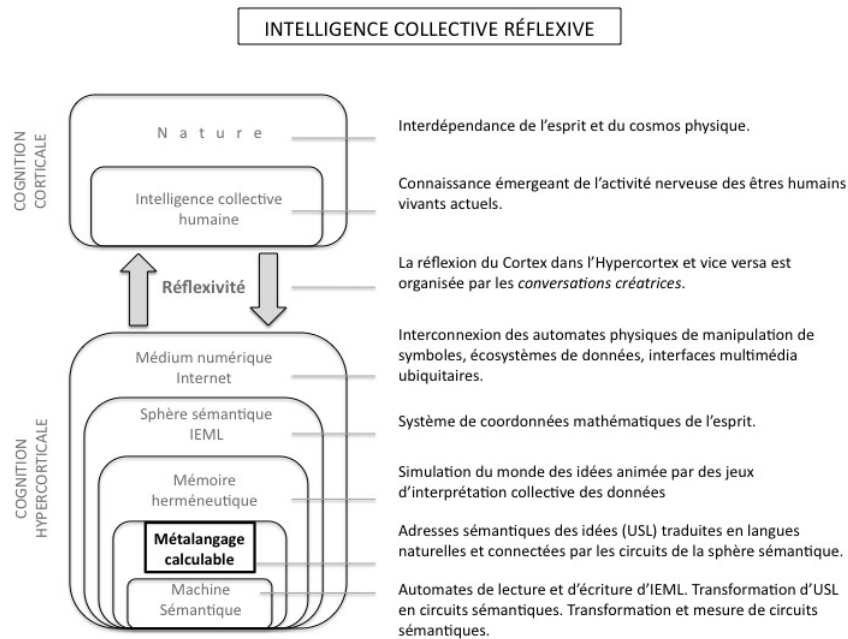


Figure 10.1 – Situation du chapitre 10 sur la carte conceptuelle

exemple pris dans les travaux de mon illustre devancier, que la calculabilité brute ne suffit pas. Il faut encore coder les concepts de manière à automatiser *utilement* leur manipulation.

Il va sans dire, pour commencer, qu'un système de notation des catégories - ou des signifiés - ne sera un bon candidat à la solution du problème de la calculabilité des concepts que si sa grammaire est parfaitement régulière, contrairement aux langues naturelles pleines d'irrégularités. C'est pourquoi IEML est un langage régulier au sens de Chomsky ². D'autre part, IEML est un système de notation de type *idéographique* puisque sa finalité est de coder et de manipuler le *sens*, contrairement aux notations de type *phonétique* dont la finalité est de coder le *son*. Je rappelle au passage que les systèmes contemporains de notation des nombres et des concepts mathématiques sont des *idéogrammes* puisqu'ils sont lus différemment dans différentes langues (« 12 » est un idéogramme qui se lit « douze » en français, « twelve » en anglais, etc.). IEML intègre en outre certains *traits communs à toutes les langues naturelles*, et notamment

2. Voir ses *Structures syntaxiques* et l'article publié avec Schützenberger, déjà cité [CHO 1957, CHO 1963].

ceux qui permettent d'articuler les catégories et les énoncés de manière aussi libre et complexe que l'on voudra.

Je voudrais maintenant élaborer sur cette dernière condition. Que le métalangage de codage des concepts IEML soit un langage régulier idéographique représente une condition *nécessaire* de calculabilité. Mais cette condition nécessaire n'est pas *suffisante*. Il faut en outre un type de codage ou de notation des concepts suffisamment compact et surtout suffisamment isomorphe à la structure des langues pour être automatiquement interprétable en langues naturelles. On ne peut utiliser, comme l'a fait Leibniz, les nombres entiers naturels (ou un sous-ensemble fini des nombres entiers), comme solution au problème du codage des concepts parce que la structure des nombres est trop différente de celle des langues, qui sont les outils naturels de manipulation des concepts. Nous savons avec certitude que nous pouvons calculer non seulement sur des nombres mais sur des symboles en général, pourvu que ces symboles soient arrangés en un langage régulier. Pour rendre le sens calculable, il nous faut donc, certes, un langage régulier. Mais il nous faut surtout un langage régulier qui ne soit pas seulement conçu pour refléter la structure fondamentale des nombres, des figures géométriques ou des raisonnements logiques, mais aussi pour refléter la structure des *concepts qui sont manipulées par les langues naturelles* et qui donnent un *sens* aux nombres, aux figures et aux raisonnements. Nous voulons, par hypothèse, un codage des concepts qui nous permette d'automatiser un calcul *sémantique* et non seulement un calcul arithmétique ou logique. En somme, la calculabilité arithmétique et logique est une condition nécessaire de la calculabilité sémantique, mais elle n'est pas suffisante.

Pour bien faire comprendre la nature du problème, je vais recourir à une analogie cartographique. L'avantage d'avoir un système de coordonnées géométrique pour les cartes géographiques est bien connu : ce système géométrique permet de calculer les distances, les angles, de voir d'un coup d'œil les relations entre différents points, etc. Et l'avantage d'avoir *le même* système de coordonnées (méridiens et parallèles) pour *toutes* les cartes et systèmes de GPS est évidemment que les cartes (qu'elles se concentrent sur un aspect ou sur un autre du territoire) sont alors superposables et interconnectables, moyennant de simples transformations d'échelle. Mais la calculabilité et l'universalité de leur système de coordonnées n'est pas la seule explication de l'utilité incontestable des cartes géographiques. Si les montagnes, les rivières ou les routes peuvent se projeter aussi utilement sur une carte aux coordonnées géométriques, c'est parce qu'il existe une *isomorphie* entre la structure des *objets géographiques* et celle de la *géométrie euclidienne* qui est à la base du système de coordonnées géographiques. De même, on verra qu'il existe une *isomorphie* entre les *objets textuels* et la *topologie sémantique* en IEML qui informe la cartographie scientifique de ces objets. La cartographie (et la modélisation en général) suppose une correspondance entre l'objet et la carte - entre le phénomène et son modèle - qui conserve le plus possible de traits pertinents de l'objet et notamment l'allure de ses transformations et de ses relations avec les objets de même espèce. C'est pourquoi un système

de coordonnées calculable qui nous permette de cartographier utilement les concepts - c'est-à-dire la sémantique d'expressions en langues naturelles - doit pouvoir se prêter *de façon structurelle* aux manipulations cognitives que nous effectuons sur les textes et leurs sens. Pour construire la topologie sémantique d'IEML³, j'ai donc adopté la stratégie suivante : repérer d'abord *la structure générale des opérations cognitives sur les objets linguistiques*, puis intégrer cette structure dans un mécanisme opérant sur un langage régulier. Comment transformons-nous réciproquement les symboles linguistiques dans les catégories générales signifiées par ces symboles ? Et sur quels traits universaux de la structure des langues s'appuie ce mécanisme de transformation ? Le métalangage IEML *intègre les universaux de la structure des langues* que je vais passer en revue dans ce chapitre. C'est précisément parce qu'IEML obéit à cette contrainte linguistique forte que la machine sémantique, dont il sera question au chapitre suivant, peut automatiser les opérations cognitives transformant réciproquement un texte IEML (un USL) dans son sens.

Je rappellerai d'abord, dans ce chapitre, qu'en langue naturelle les unités de textes s'organisent en couches, en classes et en rôles. Je présenterai ensuite les deux grands types de circuits sémantiques entre unités textuelles qui permettent de rendre compte du sens des textes : les circuits paradigmatiques et les circuits syntagmatiques. Je discuterai pour finir des types de mécanismes cognitifs qui permettent de rendre compte des transformations symétriques entre sens (réseaux de catégories) et texte (séquences de symboles).

10.2. Les unités du texte

Les objets linguistiques se présentent d'abord sous forme de textes⁴ : des séquences de symboles signifiants. Toute lecture ou compréhension de ces textes suppose au moins trois opérations cognitives : premièrement, l'analyse des textes en *unités* de différentes couches de complexité emboîtées, deuxièmement la catégorisation de ces unités en différentes *classes* et, troisièmement, le repérage des *rôles* que jouent ces unités dans le texte.

La grammaire d'une langue est un ensemble de règles qui définit explicitement quelles sont les unités de la langue, qui distingue entre différentes classes d'unités et qui décrit la manière d'assembler correctement ces unités en leur attribuant des rôles sémantiques. Il faut noter que la notion même de grammaire est déjà le fruit d'une modélisation scientifique, qui n'a pu se développer qu'à partir de représentations écrites des langues. Le besoin de construire des grammaires s'est d'abord fait sentir parmi les

3. Voir le dernier chapitre du tome 2 de cet ouvrage et, en attendant [LVY 2010b].

4. J'entends ici le mot « texte » en son sens le plus général : le texte n'est donc pas seulement écrit, il peut être parlé, signé par des gestes, etc.

lettrés pour la lecture et l'étude de textes anciens, de textes rédigés en langues mortes ou de textes qui n'étaient pas la langue naturelle des lecteurs. La grammatisation des langues vivantes s'est surtout développée à partir de la disponibilité du support imprimé, notamment pour des raisons politiques et religieuses ⁵.

10.2.1. Couches d'unités textuelles

Le *feuilletage* en couches, ou niveaux de composition, des unités textuelles est commun à toutes les langues ⁶.

Les unités de premier niveau sont les *phonèmes*. Les phonèmes sont les sons élémentaires des langues. Ils peuvent être de types fort variés : il existe des langues à tons, comme le chinois et des langues à clics (consonnes non pulmonaires obtenues par des claquements de langues ou de lèvres), comme les langues Khoïsan du Sud-Est de l'Afrique. Généralement, les phonèmes se divisent en consonnes et en voyelles et n'ont pas de signification en eux-mêmes.

Les unités de deuxième niveau sont les *morphèmes* (racines des mots et marqueurs de cas, de genre, de nombre, etc.). Les morphèmes sont composés de phonèmes. Contrairement aux phonèmes, les morphèmes ont un sens. Ils constituent la première unité *signifiante* des langues. Considérons par exemple le morphème *arbr* qui pourra servir à composer les mots arbre, arbrisseau, arbuste.

On peut considérer le *mot*, composé de morphèmes, comme une unité de troisième niveau. Par exemple « arbrisseau » est composé de la racine *arbr* et de du suffixe *isseau* qui marque un diminutif. Les mots ne sont perceptibles que dans l'écriture. Pour une culture sans écriture, la distinction entre mot et morphème - ou bien mots et phrases - aurait moins de sens que dans une culture où les mots écrits sont séparés par des blancs.

Les unités de quatrième niveau sont les *phrases*, composées de mots. Dans la hiérarchie des niveaux, les phrases sont les premières unités à comporter, outre une signification, une *référence*. Sur un plan logique, les phrases représentent des propositions. Le mot « arbrisseau » ne peut être ni vrai ni faux, il ne fait qu'indiquer une catégorie générale. Seules les phrases possèdent la capacité d'être vraies ou fausses comme « L'arbrisseau de notre jardin a poussé » ou bien le pouvoir d'intervenir activement dans un contexte comme « Va planter cet arbrisseau ! ».

5. Voir par exemple l'ouvrage déjà cité de Sylvain Auroux sur la grammatisation des langues et la remarquable *Histoire des idées linguistiques* qu'il a dirigée [AUR 1994, AUR 1995].

6. Je généralise ici la théorie de la double articulation d'André Martinet, voir par exemple, de cet auteur : *Éléments de linguistique générale* [MAR 1960].

Le cinquième niveau d'articulation est la réplique, le verset, le paragraphe ou quelque autre unité textuelle qui sera tissée de phrases en relations sémantiques. On peut ainsi remonter jusqu'aux scènes, aux actes et aux pièces, ou bien jusqu'aux chapitres, aux livres et ainsi de suite.

Le processus cognitif d'interprétation des textes en langues naturelles repose largement sur la capacité à identifier des unités textuelles emboîtées récursivement. Retenons donc que, même si notre système régulier et calculable de codage des concepts ne comportait pas exactement le même feuilletage en couches que les langues naturelles, il devrait au moins posséder une analogie avec un tel feuilletage. C'est le cas d'IEML. Comme on le verra dans le second tome en détail, en IEML, la détermination du niveau d'une unité textuelle prend appui sur *une structure grammaticale en sept couches*.

10.2.2. Classes d'unités textuelles

Un autre trait universel de la manipulation cognitive des textes est la capacité à distribuer les unités du même niveau entre différentes *classes*. En particulier, les locuteurs de toutes les langues sont capables de distinguer (implicitement ou explicitement) des *noms* et des *verbes* au niveau des morphèmes ou des mots ainsi qu'au niveau des phrases, qui peuvent être verbales ou nominales. J'ai parfois rencontré des opposants postmodernes extrémistes prétendant qu'il existait des langues sans verbes ou des langues sans noms, mais ils n'ont jamais été capable de m'en citer une. Même si la notion de « mot » pose parfois problème, il reste que les *fonctions* verbales et nominales sont universelles. Dans toutes les langues, les verbes servent à indiquer les actions (« Il *donne* », les événements (« Il *pleut* »), les processus (« Il *pousse* »), les états ou les relations entre un sujet et un prédicat (comme dans « Il *est* bleu »). Les noms, en revanche servent à désigner des personnes, des choses, des entités plus ou moins abstraites (la « justice ») ou des qualités (le « bleu »). Il semble que la division entre verbes et noms plonge de profondes racines dans la psychologie cognitive des êtres humains, avec notamment la distinction entre processus et entités⁷. Il existe évidemment d'autres classes grammaticales telles que les adjectifs, les adverbes, les pronoms, les prépositions, etc. La plupart du temps, les unités appartenant à ces autres classes servent à modifier le sens des noms et des verbes ou bien à préciser leurs relations.

En IEML, conformément à la structure universelle des langues, il existe trois classes grammaticales : les *verbes* (dont les initiales sont U ou A), les *noms* (dont les initiales sont S, B, ou T) et les *auxiliaires* (dont l'initiale est E). Ces trois classes

7. Sur les fondements cognitifs de la grammaire, voir de Ronald Langacker *Foundations of Cognitive Grammar* [LAN 1987].

d'unités se distinguent uniquement par leur symbole initial et peuvent donc aisément être reconnues automatiquement.

10.2.3. Rôles des unités textuelles

Des unités identiques peuvent jouer des *rôles* différents. Par exemple, dans « La fille donne une pomme au garçon », « la fille » joue le rôle de sujet, « la pomme » joue le rôle d'objet et « le garçon » joue le rôle de complément d'objet indirect de type bénéficiaire (datif). En revanche, dans « Le garçon donne une pomme à la fille », c'est « le garçon » qui joue le rôle de sujet tandis que « la fille » joue le rôle de bénéficiaire. Toutes les langues utilisent des procédés variés pour spécifier le rôle grammatical des unités, que ces unités soient des morphèmes, des mots ou bien des phrases. La reconnaissance des rôles grammaticaux joués par les unités textuelles est évidemment essentielle à toute compréhension du sens d'un texte.

Pour spécifier les rôles de leurs unités, certaines langues vont utiliser des places syntaxiques standard. Par exemple, le sujet sera toujours avant le verbe et l'objet après le verbe. Bien entendu, cet ordre est purement conventionnel et dépend des langues. Plutôt que d'utiliser l'ordre syntaxique pour signifier les rôles grammaticaux, certaines langues vont utiliser des prépositions ou bien vont modifier les mots en fonction de leur rôle. Plusieurs langues, comme le latin, utilisent des *cas*, qui sont des marqueurs de rôles grammaticaux (« *rosa* » - au nominatif - joue le rôle de sujet tandis que « *rosam* » - à l'accusatif - joue le rôle de complément d'objet direct). Finalement, d'autres langues vont combiner les deux stratégies pour indiquer le rôle grammatical des unités : places syntaxiques *et* modificateurs. C'est cette solution mixte qui est choisie en IEML. Trois places syntaxiques, *substance*, *attribut* et *mode* (correspondant à l'opération de triPLICATION qui produit les séquences de symboles), auxquelles il faut ajouter la présence d'auxiliaires placés en rôle de mode, permettent de déterminer automatiquement le rôle grammatical des unités.

En somme, dans tous les textes en langues naturelles, les unités se caractérisent par leurs couches, leurs classes et leurs rôles. On ne peut interpréter les textes qu'en reconnaissant les unités et leurs caractères (classes et rôles) afin de les assembler en un circuit sémantique qui spécifie leurs relations. Il en est exactement de même en IEML, avec cette différence que les couches, les classes et les rôles des unités grammaticales peuvent être identifiés automatiquement, et que leur circuit sémantique peut être assemblé de manière tout aussi automatique.

10.3. Les circuits du sens

10.3.1. *Langue et parole*

A la suite de Ferdinand de Saussure, la linguistique contemporaine distingue entre la *langue* et la *parole*⁸. Quelques considérations sur cette opposition classique me permettront de distinguer deux types de circuits sémantiques entre les unités textuelles des langues : les circuits paradigmatiques et les circuits syntagmatiques.

Par sa grammaire, la *langue* fournit aux interlocuteurs des structures et des marqueurs textuels permettant de découper les unités, de les catégoriser et de leur attribuer un rôle. Par son lexique, elle organise des circuits sémantiques *a priori* entre les mots. La *parole*, en revanche, concerne l'actualisation des potentialités textuelles de la langue par des locuteurs en situation concrète. Ces locuteurs parlent : ils produisent des énoncés datés et situés.

La grammaire et le vocabulaire d'une langue sont théoriquement indépendants des énoncés particuliers, mais en réalité les langues naturelles (dont les limites précises sont d'ailleurs difficiles à fixer) sont des systèmes vivants, mouvants, syncrétiques et partiellement chaotiques qui *émergent* des activités d'énonciation de leurs locuteurs. Langue et parole sont en relation de co-dépendance évolutive et circulaire. La véritable matrice créative d'une langue est l'intelligence collective d'une communauté de locuteurs. Symétriquement, une langue noue et coordonne de manière plus ou moins contraignante les actes d'énonciation de la communauté de ses locuteurs.

Même si, d'une part, une langue impose ses contraintes à une communauté linguistique, il est, d'autre part, manifeste que les locuteurs individuels n'obéissent pas strictement aux règles que les grammairiens s'épuisent à fixer. Quant aux faiseurs de dictionnaires et lexicographes, leur rôle est avant tout d'enregistrer les usages. « La langue » comme structure abstraite fixe et bien délimitée est donc avant tout un idéal-type, un objet construit par l'intellect du linguiste ou par la passion du locuteur.

10.3.2. *Circuits paradigmatiques*

L'analyse d'une langue s'attache notamment à la manière qu'elle a de découper le continuum de l'expérience dans son dictionnaire. Les graphes de relations, ou structures, propres à une langue sont appelés *paradigmes*⁹. Les paradigmes organisent des

8. *Cours de linguistique générale* [SAU 1916].

9. Le mot *paradigme* signifie aussi « vision du monde » en général ou bien « modèle de pensée dans une discipline scientifique » en épistémologie et en histoire des sciences. Cette dernière acception a été popularisée par Thomas Kuhn dans son ouvrage sur *La structure des révolutions*

rapports de distinction, de dérivation, d'opposition et de substitution entre unités potentielles de texte. Ces rapports de distinction peuvent être phonologiques (dans le cas des phonèmes) ou sémantiques.

Par exemple, en français, les mots « pensée », « pensées », « penseur », « penseurs », « penser », « pensant » appartiennent à l'ensemble des mots qui ont la même racine « pens- » (du bas latin *pensare* signifiant « peser » d'où, au figuré, « réfléchir »). Tous ces mots font donc partie du *même* circuit étymologique (l'étymologie est la généalogie des mots puisqu'elle suppose les notions d'origine et de descendance). Mais « pensée » et « penseur » sont des noms, « penser » est un verbe à l'infinitif et « pensant » est un participe présent ou un adjectif. Les *relations différentielles* entre mots dérivant de la même racine contribuent à informer les circuits étymologiques. Les circuits étymologiques sont paradigmatiques.

Deuxième exemple : « Je pense, tu penses, il ou elle pense, nous pensons, vous pensez, ils ou elles pensent » est la conjugaison du verbe penser au présent de l'indicatif. La conjugaison elle-même est un paradigme : le circuit des formes différentes que peut prendre un verbe. Dans cet exemple, chaque station du circuit représente une personne différente d'un verbe donné à un temps donné.

Troisième exemple : les mots « rouge », « vert » et « bleu » appartiennent à la même classe des adjectifs de couleurs. « Rouge », « vert » et « bleu » font partie d'un circuit paradigmatique des couleurs, comprenant des relations d'opposition (blanc-noir) d'appartenance (rouge-écarlate), de mélange ou de transition (vert = bleu + jaune), etc., circuit dans lequel on pourra s'arrêter à telle ou telle station lorsqu'il s'agira de déterminer la couleur d'une chose.

En règle générale, les paradigmes se présentent comme des ensembles d'unités textuelles caractérisées par des variations sur un thème sémantique commun et connectées par des liens de différence, d'opposition, d'appartenance, de dérivation, etc. Un locuteur compétent dans une langue donnée est capable de *sélectionner* parmi ces variations pour composer un énoncé particulier. L'idée fondamentale est que *le sens d'un mot* - indépendamment de son énonciation - se détermine par sa position dans un circuit paradigmatique complexe combinant plusieurs types de liens, c'est-à-dire par *l'ensemble des relations* qu'il entretient avec d'autres mots de la même langue.

scientifiques [KUH 1962], mais je l'utilise ici dans un sens proprement linguistique, suivant l'usage de Ferdinand de Saussure [SAU 1916] et de ses successeurs, notamment Louis Hjelmslev [HJE 1943, HJE 1959].

10.3.3. *Circuits syntagmatiques*

Par contraste avec la langue, la *parole* actualise les structures paradigmatiques d'une langue *dans un énoncé donné* qui peut être daté, situé et qui a généralement un auteur individuel (ou collectif, mais adressable : telle équipe, tel groupe, etc.). Si la langue est du côté de la compétence, la parole est du côté de la performance. L'analyse de la parole dégage notamment la manière dont *une phrase particulière* est construite et s'attache à expliciter les relations grammaticales entre les mots de *cette phrase*. Les relations *entre les mots d'un énoncé* ne concernent que cet énoncé particulier. Par exemple, la signification qui émerge du circuit sémantique entre les mots « pensée », « bleu » et « couleur » dans l'énoncé « La pensée du bleu n'a pas de couleur » n'appartient qu'à cet énoncé. Si la langue s'analyse en paradigmes, la parole s'analyse en *syntagmes*. Dans la séquentialité temporelle de la parole, comme dans la linéarité de l'écriture, la parole se présente comme un *enchaînement* d'unités textuelles. La chaîne syntagmatique est construite par le locuteur ou le scripteur par des choix, nécessairement successifs, dans les structures paradigmatiques de la langue : tel mot de préférence à tel autre, tel temps de verbe plutôt qu'un autre... Mais la compréhension ou l'analyse de la parole nécessite une *décomposition* de la chaîne syntagmatique et la *construction d'un circuit entre les unités textuelles de l'énoncé*, circuit qui explicite les « structures profondes » du syntagme. Par exemple, pour comprendre la phrase « La fille donne une pomme au garçon », il faudra attribuer à « La fille » un rôle de sujet, à « la pomme » un rôle d'objet direct, etc. Mais cette distribution des rôles dans un circuit syntagmatique ne suffit pas. Il faut *aussi* que chacune des unités soit replacée dans un circuit paradigmatique où, par exemple, « fille » et « garçon » représentent les pôles féminin et masculin du thème « genre », où « pomme » fait partie du paradigme des fruits comestibles, où « donne » est la troisième personne du singulier du présent de l'indicatif du verbe « donner », où « donner » est l'inverse de « recevoir », etc.

En somme, pour reprendre l'utile simplification de Jakobson¹⁰, la langue peut être assimilée à un code et la parole à un message (c'est-à-dire à un texte). Pour comprendre un texte, il faut l'analyser en unités et connecter ces unités en deux circuits distincts : (1) le *circuit syntagmatique* qui nous indique les relations sémantiques internes au texte et (2) les *circuits paradigmatiques* qui attachent - par des relations sémantiques variées - chaque unité actuelle du texte aux unités virtuelles qui pourraient s'y substituer. J'appelle cette opération d'interprétation du texte *l'inférence sémantique*. Comme on le verra au chapitre suivant, le propre d'IEML est d'*automatiser l'inférence sémantique*. Parce qu'il comprend (a) des règles de construction de circuits paradigmatiques et syntagmatiques et (b) un ensemble de circuits aux significations et aux relations prédéfinies (le dictionnaire), alors la machine sémantique peut transformer n'importe quel texte IEML en circuit sémantique traduit en langue naturelle (voir plus loin la figure 11.3). Lorsqu'on lui fournit un texte en IEML (un USL), la machine

10. Voir ses *Eléments de linguistique générale* [JAK 1981].

sémantique décompose le texte en unités, construit le circuit syntagmatique qui explicite les relations internes au texte et fait rayonner à partir de chaque unité les circuits paradigmatiques qui la rattachent aux autres unités du métalangage, tout en explicitant le sens des unités et de leurs liens en langues naturelles. Le circuit sémantique correspondant à un texte IEML se présente alors comme un rhizome syntagmatique fractaloïde (de couche en couche) dont chaque nœud explose en étoiles paradigmatiques. Tout cela sera analysé en détail au tome 2.

10.4. Entre texte et circuits

10.4.1. *Qu'est-ce que le sens ?*

Selon Igor Melcu'k, une langue naturelle peut se ramener à un ensemble de correspondances entre les sens et les textes de cette langue. Une langue se présente ainsi comme un ensemble de règles qui font correspondre à un texte tous les sens possibles et à un sens tous les textes possibles ¹¹. On notera que, en langues naturelles, un texte peut avoir plusieurs sens et qu'un sens peut s'exprimer par plusieurs textes.

Pour comprendre l'idée d'Igor Melcu'k, il nous faut répondre le plus clairement possible à la question : « Qu'est-ce que le sens ? »

Si, pour expliciter le sens d'un texte dans une langue A (c'est-à-dire le concept correspondant au texte), on offre une paraphrase de ce texte, c'est-à-dire un autre texte en langue A, ou bien un circuit bien structuré d'unités textuelles de cette langue A, on risque de se trouver avec une définition du sens quelque peu circulaire, car on peut toujours alors poser la question : « Mais quel est le sens des textes qui explicitent le sens ? » Il semble que *la circularité soit consubstantielle au sens* dans sa dimension explicite. On ne peut pas communiquer ou penser *discursivement* une expérience subjective du sens sans la symboliser d'une manière ou d'une autre.

11. Voir par exemple : Igor Mel'cuk *Vers une linguistique Sens-Texte*. Leçon inaugurale au Collège de France [MEL 1997]. La conclusion de cette leçon contient notamment ces lignes : « Nous avons pénétré dans l'atome et dans les profondeurs de l'espace ; nous avons appris des choses importantes sur l'apparition de notre univers et sur la structure de nos gènes. Mais nous n'avons pas fait de progrès comparables dans le domaine du traitement de l'information par le cerveau humain. Nous connaissons trop peu de choses sur le fonctionnement informatique de notre raison, et pourtant le « renforcement » de cet organe, c'est-à-dire la création d'outils puissants capables de suppléer à certaines fonctions essentielles de la raison, est, à mon avis, la tâche la plus pressante de la science moderne. Face au problème crucial du XXI^e siècle — le manque de ressources naturelles sur la Terre pour une population qui s'accroît — nous avons un besoin aigu d'un SUPERCERVEAU, c'est-à-dire de machines capables de penser à une échelle que l'Homme seul ne saurait atteindre. Il nous faut des modèles, et de bons modèles, de la pensée humaine. » Il me semble que l'Hypercortex théorisé dans cet ouvrage correspond au supercerveau évoqué par Igor Mel'cuk.

Si l'on donne une traduction du texte en langue A dans un texte en langue B, et que l'on dit : « Les deux textes (en langues A et B) ont le même sens » on n'a toujours pas isolé le sens comme une entité manifeste, on a seulement montré que les deux textes (les deux chaînes signifiantes) représentaient le même sens (le même circuit de signifiés, le même concept). De nouveau, le problème vient de ce que les signifiés eux-mêmes (les concepts) ne peuvent jamais être manifestés directement, mais toujours par l'intermédiaire de signifiants.

On peut aussi répondre à la question en disant que le sens associé à un texte est appréhendé par un humain vivant, qu'il est incarné sous la forme d'une résonance psycho-corporelle, par une vibration intime largement déterminée par la mémoire, les apprentissages et les réflexes émotionnels et cognitifs de la personne qui comprend ou perçoit ce sens. Mais cette vibration intime représente-t-elle la *totalité* du sens ou bien seulement sa *partie* implicite et subjective, la manière dont une personne *incarne* le sens ?

Souvenons-nous que nous avons postulé au chapitre précédent un univers des concepts, un monde cohérent d'identités purement intellectuelles, ne relevant que d'une machine abstraite de manipulation symbolique. Nous sommes arrivés à ce postulat pour rendre compte scientifiquement de la faculté rationnelle propre à l'espèce humaine. Nous avons vu que cette hypothèse permet aussi d'échapper aux apories insurmontables auxquelles mènent les essais de fonder une sémantique universelle sur des données empiriques¹². C'est pourquoi le modèle IEML formalise une face « virtuelle » du sens, transparente au calcul, explicite et théorique pour faire pendant à la face « actuelle », opaque, implicite ou empirique du sens. Sur cette face virtuelle, l'identité d'un concept est un nœud singulier de relations entre concepts, un *réseau*¹³. Adoptons donc une convention opératoire selon laquelle le sens d'un texte x d'une langue A est le circuit sémantique y (l'union des circuits syntagmatique et paradigmatique) que la structure de la langue A nous permet d'inférer à partir du texte x ¹⁴, circuit qui peut éventuellement être traduit dans les langues, B, C, D...

Dans le cas d'IEML, le sens du texte-*USL* sera le rhizome syntagmatique constellé d'étoiles paradigmatiques qui lui correspond automatiquement. Si un texte d'une langue A est traduit (quel que soit le mode de traduction) en IEML on obtiendra donc automatiquement le sens de ce texte en langue A sous la forme d'un circuit sémantique lisible dans toutes les langues, circuit transformable par toutes sortes de fonctions calculables.

12. Voir la section 9.5.

13. Voir la sous-section 9.2.2.

14. Dans les faits, le même texte en langue naturelle - du fait de sa polysémie - pourra donner lieu à la construction de plusieurs circuits sémantiques. Cette définition du sens est toute théorique.

10.4.2. *Correspondances entre chaînes de signifiants et circuits de signifiés : la machine sémantique naturelle*

Un *texte* est un *arrangement de signifiants*. Dans le cas des langues naturelles, cet arrangement se présente la plupart du temps comme une chaîne (une séquence linéaire) de sons ou de caractères, mais les arrangements peuvent être plus complexes pour d'autres systèmes symboliques, pensons par exemple à l'architecture, à la musique ou à la chorégraphie. Dans le cas d'IEML, le texte (l'arrangement de signifiants) de base est l'*USL*¹⁵. Un *sens* - ou un concept - est un *circuit de signifiés* qui explicite les relations paradigmatiques et syntagmatiques de ces signifiés. Bien entendu, les signifiés en question sont forcément codés dans un symbolisme quelconque et donc représentés à leur tour par des arrangements de signifiants¹⁶. Ces définitions peuvent être généralisées à la plupart des systèmes symboliques. Dès lors, un système symbolique en général est un ensemble de règles qui établissent une correspondance entre des arrangements signifiants et des graphes de signifiés, entre des textes et des circuits sémantiques. Sur un mode plus finaliste, un système symbolique est un outil permettant de représenter et de manipuler des circuits sémantiques (du sens, des concepts) par la manipulation et la représentation de chaînes de signifiants (du texte). Il est possible que la « textualité » fondamentale de la cognition symbolique supposée par des auteurs comme Derrida fasse référence ultimement à la capacité humaine innée à « dé-coder » des textes, c'est-à-dire à les transformer en circuits sémantiques¹⁷.

D'un point de vue théorique, cela suppose que le fondement de la cognition symbolique puisse être représentée par une machine sémantique abstraite, représentée par la figure 10.2, qui met en relation trois machines (tout aussi abstraites). La première produit et manipule des signifiants, je l'ai appelée *machine textuelle*. La seconde élabore et transforme des signifiés - ou concepts en relation - je l'ai appelée *machine conceptuelle*. La troisième interprète les produits de l'une dans les termes de l'autre - je la nomme *moteur linguistique*. Je souligne ici que le travail interprétatif de cette troisième machine (au centre dans la figure 10.2) comprend aussi bien les processus de lecture (du texte vers le sens) que les processus d'écriture (du sens vers le texte).

Gardons à l'esprit qu'un *symbole* est une convention sociale qui fait correspondre un signifiant et un signifié. Mais le fondement de la cognition symbolique ne concerne pas tant le *rapport local* entre tel signifiant et tel signifié, que *le système des relations* entre machine textuelle (manipulant des signifiants) et machine conceptuelle (manipulant des signifiés), système de relation qui est commandé par des langages (voir la figure 10.2). Comme on le verra au chapitre suivant, le modèle IEML est capable de modéliser la *cognition symbolique* sur un mode computationnel parce qu'il met

15. Je rappelle qu'USL est l'acronyme de *Uniform Semantic Locator*.

16. Je renvoie sur ce point à l'analyse du concept du chapitre précédent, voir section 9.2.

17. Je renvoie sur ce point à la section 3.3.

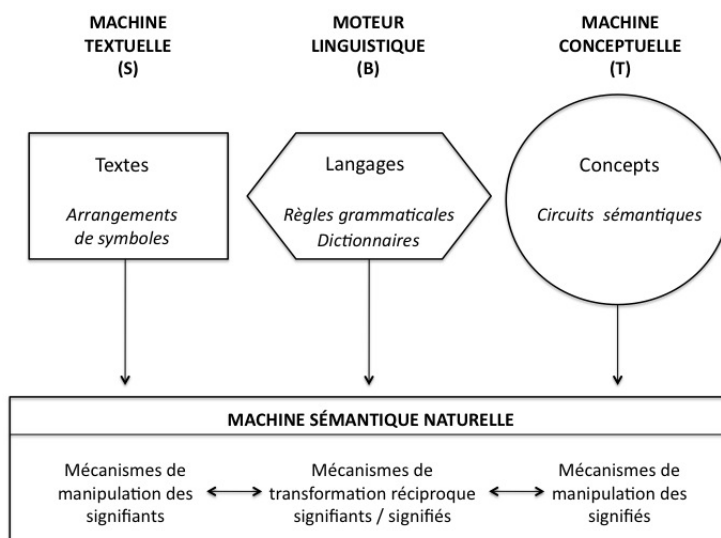


Figure 10.2 – La computation sémantique naturelle

en œuvre un moteur linguistique qui fait correspondre automatiquement une machine textuelle et une machine conceptuelle. Certes, la cognition symbolique *ne se réduit pas* à la machine sémantique qui transforme réciproquement les symboles en catégories conceptuelles et permet de manipuler les uns et les autres. Elle comprend *aussi* les fonctions herméneutiques qui produisent et interconnectent les idées. Mais la machine sémantique, parce qu'elle permet la manipulation des concepts qui servent à catégoriser les idées, est *la condition de possibilité* des fonctions herméneutiques et de la cognition symbolique dans son ensemble.

10.4.3. *Indépendance des machines textuelle et conceptuelle*

Si dans la phrase « le ciel est bleu », je peux tout naturellement remplacer « bleu » par « gris », c'est que les signifiés de « gris » et « bleu » sont tous deux des couleurs et - qui plus est - des couleurs de ciels. Mais si, dans la même phrase, je remplace « bleu » par « inconstitutionnel », le résultat de la substitution semble moins naturel, probablement parce que les signifiés des mots « inconstitutionnel » et « bleu » n'appartiennent pas au même domaine de variation des couleurs du ciel. Les signifiés s'organisent en systèmes de différences, ou paradigmes : les couleurs, les vertus, les sciences, les plantes, les interdits et obligations... Ces domaines de variations constituent des classes, qui sont elles-mêmes liées par des relations (entre objets et couleurs, entre sciences et vertus, etc.) et forment des domaines de variations de classes. Les classes

de signifiés se structurent en hiérarchies complexes et entremêlées d'ensembles et de sous-ensembles. L'univers des signifiés - ou des concepts - possibles s'étend sans limites *a priori* et les relations qui organisent cet univers sémantique peuvent être aussi subtiles et imbriquées que l'on voudra. Par sa capacité à structurer les signifiés, la machine conceptuelle engendre une variété potentiellement infinie d'organisations du monde pratique et de la pensée.

De son côté, la machine textuelle organise les signifiants, c'est-à-dire qu'elle structure la représentation réflexive des signifiés dans le monde phénoménal selon les règles d'un certain système symbolique. Dans le fonctionnement d'un système cognitif donné, chaque fois que l'une des deux machines est activée, l'opération symboliquement complémentaire de l'autre est déclenchée. L'une ne peut marcher sans l'autre. Mais, dans la plupart des processus de cognition symbolique naturelle, les structures organisant respectivement les deux machines sont *autonomes*.

Penser le codage-décodage symbolique comme un embrayage ou un interfaçage de deux machines distinctes n'est pas sans conséquence. Cela revient notamment à affirmer l'autonomie de principe des opérations conceptuelles (qui travaillent à organiser les signifiés) et des opérations textuelles (qui arrangent les signifiants). Cette thèse fait évidemment écho à l'idée généralement admise selon laquelle la plupart des systèmes de symboles sont arbitraires - ou conventionnels. Pour illustrer l'autonomie de l'ordre du signifié (ou du signifiant, selon le point de départ que l'on adopte) reprenons l'exemple des couleurs par lequel nous avons commencé cette section. Dans de nombreuses langues naturelles, rien n'indique un signifié de couleur dans le signifiant d'une catégorie de couleur. En français, notamment, les adjectifs de couleur ne se distinguent par aucune structure ou aucun phonème particulier. Et l'on peut aussi bien indiquer la couleur par un nom (« le vert »), que par un adjectif (« vert ») ou par un verbe (« verdir »). Il y a donc là une classe de signifiés qui n'a pas de correspondance avec une classe phonétique ou grammaticale quelconque, c'est-à-dire avec une classe que l'on pourrait distinguer uniquement par des critères signifiants (textuels). La catégorie des termes de couleurs est seulement déterminée par des critères conceptuels, bien qu'elle entretienne évidemment une projection symbolique vers un ensemble de termes signifiants, sans quoi il serait impossible de la distinguer.

Affirmer l'autonomie des deux machines dépasse la simple remarque selon laquelle on aurait pu employer un autre son pour désigner le même sens car, dans ce cas, on en reste à la relation entre une unité signifiante et une unité signifiée. Comme je l'ai déjà souligné plus haut, ce sont non seulement les *formes* individuelles qui n'ont pas de relation naturelle ou automatique de l'autre côté du pli symbolique entre opérations conceptuelles et phénomènes signifiants, mais aussi bien les *classes* de formes

et les *mécanismes* de manipulation de formes ¹⁸. Cette indépendance de principe entre les déterminations d'une machine conceptuelle et d'une machine textuelle connectées par un moteur d'inférence linguistique a d'importantes implications pratiques.

Premièrement, elle fonde la possibilité de la traduction. Si des programmes complexes de manipulation et d'organisation de concepts ne pouvaient pas se projeter - au moyen de fonctions d'inférence linguistique variées - dans *différents* mécanismes d'arrangement de signifiants, la communication serait limitée à ceux qui partagent exactement les mêmes systèmes de signifiants (les mêmes machines textuelles). Or, n'en déplaise aux courants postmodernes extrémistes, les traductions, les adaptations et les transpositions culturelles de tous ordres se pratiquent tant bien que mal sous tous les cieux depuis des millénaires ¹⁹.

Deuxièmement, cette autonomie rend compte de la variabilité des interprétations et des concepts qui s'appuient sur le même système de signifiants. Il est de notoriété publique que des points de vue philosophiques ou politiques différents, voire opposés, peuvent être formulés dans la même aire culturelle et dans la même langue ²⁰. On sait également qu'un texte peut être interprété de différentes manières par des locuteurs parlant un idiome identique.

Troisièmement, l'autonomie respective des machines conceptuelle et textuelle ouvre un espace à la créativité esthétique ou poétique, à qui aucune forme ne s'impose nécessairement pour figurer un sens particulier dans un arrangement de signifiants.

18. Le philosophe Gilles Deleuze a particulièrement insisté sur le désaccord des facultés cognitives dans *Différence et répétition* [DEL 1969a].

19. Pour un inventaire des emprunts et circulations de concepts entre disciplines, voir sous la direction d'Isabelle Stengers, *Les Concepts nomades* [STE 1987]. Sur la problématique de la traduction en philosophie, voir : « De l'intraduisible en philosophie », Rue Descartes, n°14, 1995 et plus récemment, sous la direction de Barbara Cassin, *Vocabulaire européen des philosophies* [CAS 2004]. Comme la fameuse thèse de Zénon d'Elée sur l'impossibilité du mouvement, la thèse d'une impossibilité de la traduction est évidemment paradoxale, puisqu'elle nie théoriquement ce qui se fait tous les jours en pratique. Il vaudrait mieux parler des *difficultés* ou des *risques* de la traduction.

20. Ce simple constat fait évidemment contrepoint à la thèse de Sapir-Whorf (qui - sous sa forme la plus simpliste - appartient peut-être plus à certains commentateurs de ces auteurs qu'à Sapir et Whorf eux-mêmes) thèse selon laquelle les langues naturelles déterminent absolument les catégories et les mouvements de pensée de leurs locuteurs. Voir de Edward Sapir, *Language. An Introduction to the Study of Speech* [SAP 1921] et de Benjamin Lee Whorf, *Language, Thought, and Reality* [WHO 1956].

10.4.4. *Interdépendance des machines textuelles et conceptuelles*

Mais après avoir affirmé l'indépendance *de droit* entre les déterminations des deux machines, il faut ajouter qu'elles ne sont presque jamais, *dans les faits*, absolument indépendantes. C'est parce que les deux machines sont en principe indépendantes que la traduction est possible, mais c'est parce leurs structures pèsent - parfois lourdement - l'une sur l'autre que les traductions sont difficiles, problématiques ou provisoires. Les machines textuelles et conceptuelles s'influencent réciproquement et peuvent même entretenir une relation d'iconicité - au sens où la structuration des signifiants est capable de *mimer* les opérations intellectuelles qu'elle symbolise. La machine textuelle est capable de proposer une *analogie* des circuits conceptuels qu'elle veut évoquer²¹. C'est ainsi que de nombreuses catégories grammaticales correspondent aussi à des catégories sémantiques²². Pour ne prendre qu'un exemple évident, déjà utilisé plus haut, les *verbes* évoquent plutôt des processus et les *noms* plutôt des entités, la représentation respective de l'un et de l'autre étant produite par des mécanismes cognitifs différents. Par ailleurs, les discours fonctionnent comme de petites pièces de théâtre dont chaque phrase iconise la « scène » qu'elle veut évoquer. Pour exprimer un fait identique on peut choisir des mots (verbes passifs ou actifs, réification - ou non - de processus dans des noms) et des dispositions de mots produisant des modèles mentaux différents²³. Des perspectives intellectuelles distinctes sur un même fait se traduisent par des textes respectivement distincts.

Plusieurs études linguistiques et anthropologiques ont montré que la grammaire et la terminologie des langues naturelles correspondent à des manières singulières de découper et d'organiser le monde. En particulier, dans une étude célèbre, Emile Benveniste a mis en évidence l'homologie de structure entre les catégories d'Aristote (prétendument universelles) et les catégories grammaticales du Grec ancien²⁴. Dans ce cas, ce serait la machine textuelle du grec qui aurait informé la machine conceptuelle aristotélicienne. Inversement, une des grandes contributions de la pensée critique, de la « déconstruction » et des études culturelles contemporaines est de montrer

21. On trouvera une exploration extensive de ce thème de l'iconisation du sens dans mon livre *L'idéographie dynamique, vers une imagination artificielle* [LVY 1991].

22. C'est ce qu'a bien montré tout le courant de la grammaire cognitive et les psychologues qui ont étudié les rapports entre cognition et catégorisation. Voir par exemple, de George Lackoff, *Women, Fire and Dangerous Things : What Categories Reveal About the Mind* [LAC 1987], de Ronald Langacker *Foundations of Cognitive Grammar* [LAN 1987] et de Lackoff et Johnson, *Les métaphores dans la vie quotidienne (Metaphors We Live By)* [LAC 1980].

23. Ce point a été notamment souligné par Langacker [LAN 1987]. Sur la notion de modèle mental, je renvoie à l'ouvrage classique de Philip Johnson-Laird, *Mental Models* [JOH 1983].

24. Voir : « Catégories de pensée et catégories de langue » [BEN 1958], repris dans *Problèmes de linguistique générale* vol. 1, pp. 63-74 [BEN 1966]. Voir également l'hypothèse de Sapir-Worf, déjà évoquée plus haut.

comment des machines conceptuelles sont réifiées ou naturalisées dans des machines textuelles.

Finalement, et nous atteignons là l'interdépendance la plus étroite entre les deux machines, il existe des systèmes symboliques délibérément construits, comme ceux des arts divinatoires, des jeux, des notations scientifiques et musicales, des transactions économiques et autres, où la structuration des signifiants est mise explicitement au service d'une certaine organisation des signifiés. Les formes textuelles sont alors, autant que possible, alignées sur des opérations conceptuelles. C'est probablement dans l'évolution des systèmes de notation mathématique que cet effort d'alignement de la machine textuelle sur la machine conceptuelle (et *vice-versa*) est le plus frappant. Et c'est également dans ce cas qu'il est le plus facile de comprendre à quel point la cognition symbolique peut bénéficier de l'appui offert par une organisation signifiante (une machine textuelle) adéquate. Les machines textuelles et conceptuelles ne coopèrent jamais aussi étroitement que dans les *idéographies systématiques*, qu'elles soient logiques, mathématiques, chimiques, cartographiques, musicales ou autres. En effet, ces idéographies organisent une correspondance déterministe bi-univoque entre structures textuelles et structures conceptuelles. IEML se situe précisément dans la lignée de ces idéographies délibérément construites pour organiser la correspondance d'une machine textuelle avec une machine conceptuelle. Et, dans le cas d'IEML, cette correspondance est à la fois déterministe *et* ouverte au jeu, puisqu'elle est *programmable*.

Nous allons voir au chapitre suivant que le fonctionnement de la machine sémantique IEML est analogue à celui de la machine sémantique naturelle. Les unités textuelles qu'elle manipule s'organisent en couches, en classes et en rôles. Elle dispose de mécanismes de transformation entre concepts et textes qui sont mis en œuvre par un moteur linguistique. Ce moteur comprend un dictionnaire (commandant les réseaux paradigmatiques) et des règles d'interprétation grammaticale des textes (commandant les réseaux syntagmatiques). Une fois le sens des textes IEML représenté sous forme de circuits paradigmatiques et syntagmatiques, ce sens peut être transformé sur un mode mécanique. La principale différence entre IEML et les langues naturelles est que les transformations de ses textes et de ses circuits sémantiques sont automatisables. Parce que cette métalangue possède la même structure que les langues naturelles, il existe donc au moins une métalangue calculable capable de coder l'univers des concepts de manière à en produire un modèle effectivement utilisable dans la pratique scientifique. Au moins théoriquement, plus rien n'empêche la réalisation du rêve de Leibniz.

Chapitre 11

La machine sémantique IEML

Après avoir décrit au chapitre 9 les propriétés générales de la sphère sémantique IEML et au chapitre 10 les propriétés linguistiques d'IEML, je vais traiter dans ce chapitre 11 de la machine sémantique qui assure la construction automatique du mégaréseau de la sphère sémantique et de la traduction automatique en langues naturelles de ses nœuds et de ses liens. Comme on peut le voir sur la figure 11.1, la machine sémantique constitue le noyau fondamental du modèle IEML de l'esprit. Afin de bien comprendre son rôle, il ne sera pas inutile de passer en revue les différents types de fonctions impliquées dans la modélisation de la cognition symbolique.

11.1. Vue générale des fonctions propres à la cognition symbolique

11.1.1. *Les fonctions arithmétiques et logiques*

Selon l'hypothèse de travail des sciences cognitives, hypothèse que je reprends entièrement à mon compte, les fonctions cognitives doivent pouvoir être modélisées par des fonctions arithmétiques et logiques. Je ne ferai pas l'injure au lecteur de lui rappeler ce que sont les opérations arithmétiques et je me contenterai de résumer les opérations principales des fonctions logiques.

1) Les fonctions logiques permettent de manipuler des ensembles d'éléments au moyen d'opérations de réunion, d'intersection et de différence symétrique. Ce sont ces opérations ensemblistes exécutées par les automates logiques qui permettent de déduire automatiquement, par exemple, que si tous les éléments de A possèdent la propriété P et que x est un élément de A, alors x possède la propriété P.

2) Les fonctions logiques permettent également de transférer correctement la vérité entre les propositions. Par exemple, si la proposition « X » est vraie et que la

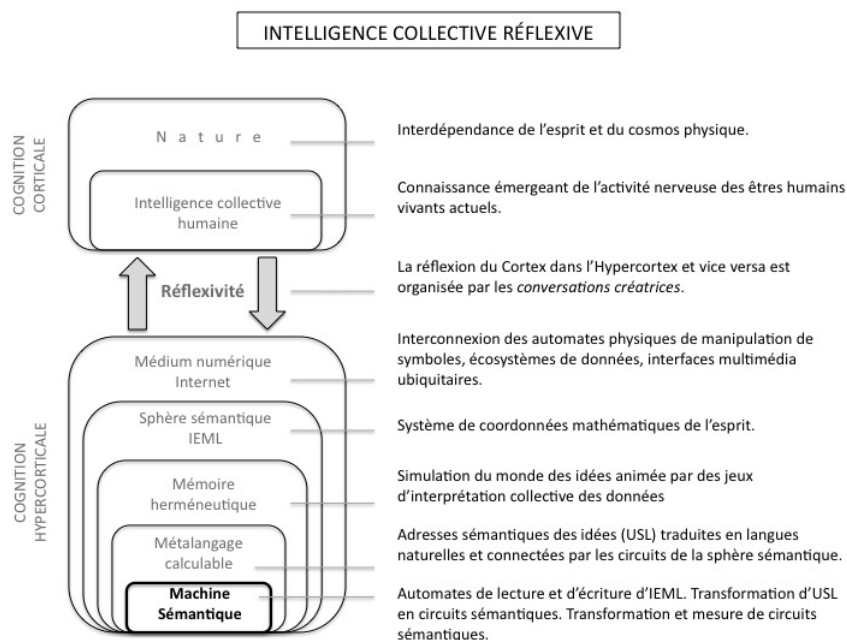


Figure 11.1 – Situation du chapitre 11 sur la carte conceptuelle

proposition « Z » est fausse, alors « X OU BIEN Z » est vraie, mais « Y ET Z » est fausse.



Depuis le milieu du xx^e siècle nous disposons d'*automates électroniques programmables capables d'exécuter des fonctions arithmétiques et logiques*, que j'appellerai pour faire court les *automates logiques*. Ces automates logiques sont de plus en plus miniaturisés, distribués, interconnectés et accessibles dans notre environnement matériel quotidien. Le « grand automate » qu'est le médium numérique fonctionne sur une série empilée de couches de codage et de protocoles, dont la liste qui suit ne mentionne que les principaux.

- Le *codage numérique* (0 et 1) permet aux automates logiques d'effectuer des opérations sur les nombres, caractères, images, sons et données en général.
- Les *systèmes d'exploitation* des automates logiques particuliers affectent aux bits d'information (0 et 1) une *adresse physique dans leur mémoire locale*.
- Le *protocole de l'Internet* affecte aux *automates logiques* une *adresse physique universelle*, ce qui permet de faire fonctionner des réseaux ou des sociétés d'automates de manière quasi-indépendante de leur localisation géographique.

– Le *protocole du Web* (HTTP, URL, etc.) affecte aux *données* une *adresse physique universelle*, ce qui ouvre la voie à l'exécution automatique et coordonnée de fonctions arithmétiques et logiques sur les données distribuées dans le médium numérique.

11.1.2. Les fonctions herméneutiques

Comme nous l'avons vu plus haut, dans le modèle IEML, les *idées* forment le contenu de l'esprit et ce sont des *fonctions herméneutiques* (chargées de la catégorisation et de l'évaluation des percepts) qui sont responsables de leur assemblage. La fonction de catégorisation conjoint un *concept* (formalisé par un USL) et un *percept* (formalisé par un URL), tandis que la fonction d'évaluation détermine l'*affect* de l'idée (cet affect étant formalisé par un courant sémantique).

Qu'en est-il maintenant de la formalisation calculable des fonctions herméneutiques, c'est-à-dire de leur *exécution par des automates logiques*? Puisque la dimension affective des idées se modélise par un courant sémantique, dont la valeur à un moment se marque par une intensité et une polarité, c'est-à-dire par des *nombres*, alors elle est calculable sans problème majeur. Concernant la catégorisation des données par des concepts, il existe toutes sortes d'algorithmes de catégorisation déjà en usage aujourd'hui qui pourront évidemment être réutilisés ou perfectionnés dans l'Hypercortex. La catégorisation est donc calculable. Quant au contenu multimédia des URL, il est déjà donné par l'activité des internautes, ou bien produit et transformé automatiquement à partir de cette activité comme, par exemple, dans les jeux massivement multijoueurs en ligne.

Le principal obstacle à la modélisation calculable de l'esprit réside aujourd'hui dans l'absence de fonctions interopérables pour générer et transformer les *concepts*. Le problème consiste donc à formaliser de manière calculable (à faire exécuter par des automates logiques) les fonctions sémantiques naturelles représentées par la figure 11.2.

11.1.3. Les fonctions sémantiques naturelles

Nous savons que les *fonctions logiques* infèrent la vérité ou la fausseté de propositions à partir de la vérité ou de la fausseté d'autres propositions. Mais que font les *fonctions sémantiques*? Elles permettent notamment de produire, de reconnaître et de manipuler les concepts. Voici quelques exemples d'opérations sémantiques : (a) distinguer le sujet et le complément d'objet dans une phrase, (b) transformer un verbe au passé en verbe au futur, (c) identifier les différences et ressemblances entre les significations de deux discours complexes. Plus généralement, les fonctions sémantiques traitent du *contenu* ou du *sens* des propositions, tandis que les fonctions

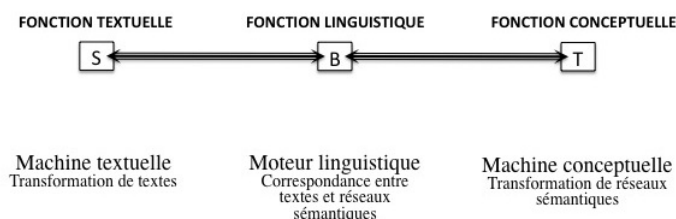


Figure 11.2 – Fonctions sémantiques naturelles

logiques traitent de leur *valeur de vérité*. Je vais d’abord traiter brièvement (puisque nous les avons déjà analysées au chapitre précédent) des fonctions sémantiques naturelles que la machine sémantique IEML formalise. Après cet exposé, le reste du chapitre sera consacré à la description de la machine sémantique IEML proprement dite.

Premièrement, *les concepts*, considérés sous leur aspect de catégorie ou de signifié, *sont représentés par des textes*, qui sont des séquences de symboles ou de signifiants. Mais les concepts *ne sont pas* les textes qui les représentent. Nous n’avons aucun accès direct aux concepts, sinon sous le voile des symboles qui les figurent. Un texte ne tient lieu de concept - et ne peut donc catégoriser un percept dans une idée - que parce qu’il appartient à un système symbolique ou à *un langage qui permet de passer du texte à son sens*. Un concept est quelque chose d’*abstrait* (un système de relations) que l’on ne peut manipuler que par l’intermédiaire d’un système symbolique.

Deuxièmement, on ne peut penser ou connaître l’identité (le sens, la catégorie) d’un concept indépendamment des relations que ce concept entretient avec d’autres concepts. *Il n’existe pas de concept isolé*, qui n’aurait de rapport d’inclusion, d’intersection, de participation, de complémentarité, d’opposition, de dérivation ou de relation quelconque avec aucun autre concept. Il en résulte que les concepts sont par définition des nœuds ou des carrefours dans des réseaux de concepts. Pour le dire au plus court : un concept est un circuit sémantique.

Afin de manipuler des concepts ou des réseaux sémantiques (ce qui relève de la fonction conceptuelle proprement dite), nous devons donc d’abord être capable de manipuler les textes qui représentent les concepts (cette manipulation relève de la fonction textuelle) et de traduire ces textes en réseaux sémantiques (ce qui relève de la fonction linguistique). En somme, il existe trois fonctions sémantiques distinctes mais interdépendantes : la fonction textuelle, la fonction linguistique et la fonction conceptuelle. Examinons chacune de ces fonctions une par une en nous aidant du diagramme de la figure 11.2.

11.1.3.1. *Fonction textuelle*

La fonction textuelle (S) produit et transforme des textes selon des arrangements syntaxiquement réglés, de telle sorte que les textes qui résultent de ses opérations puissent être décodés selon les normes d'une langue. Cela correspond, si l'on veut, à la grammaire universelle de Chomsky : les êtres humains possèdent la capacité innée de manipuler des symboles selon des règles syntaxiques complexes.

11.1.3.2. *Fonction linguistique*

Pour « comprendre » un texte, c'est-à-dire pour en inférer un réseau de concepts, il faut que l'esprit possède (consciemment ou inconsciemment) les règles grammaticales et le lexique (le dictionnaire) de la langue dans laquelle est formulé le texte.

1) Le dictionnaire va permettre d'identifier les unités lexicales et de les situer dans un réseau de relations sémantiques avec d'autres unités lexicales, qui n'appartiennent pas au texte (mais qui appartiennent au dictionnaire). Ce n'est qu'ainsi que les unités lexicales peuvent « prendre sens ». Le réseau sémantique qui situe les unités du texte dans un circuit linguistique *externe* au texte est le réseau *paradigmatique*.

2) Les règles grammaticales vont permettre d'articuler les unités lexicales internes au texte selon des relations du type verbe-sujet, nom-complément de nom, etc. L'esprit construit donc, à partir de la linéarité du texte, un réseau de relations grammaticales entre unités lexicales qui forme des phrases, puis un réseaux de relations entre phrases formant des propositions plus complexes, et ainsi de suite jusqu'au niveau du texte. Ce réseau sémantique *interne* au texte est le réseau *syntagmatique*.

Typiquement, la fonction linguistique (B) part d'un texte - une séquence de symboles - et arrive à un circuit sémantique complexe - un réseau de concepts - qui entrecroise un circuit paradigmatique et un circuit syntagmatique.

11.1.3.3. *Fonction conceptuelle*

L'esprit peut en principe manipuler des signifiés ou des catégories - c'est-à-dire des réseaux de concepts - sur un plan abstrait, et donc de manière relativement indépendante des symboles dans lesquels les concepts sont exprimés. La preuve en est que nous sommes notamment capables de reconnaître que deux expressions différentes désignent le même concept. Cette puissance de manipulation de catégories abstraites, la fonction conceptuelle proprement dite (T) correspond, en gros, à la faculté symbolique dans ce qu'elle a de moins figuratif : la capacité de « raisonner », que ce soit de manière déductive, inductive, abductive, analogique, métaphorique, analytique, synthétique ou autre.

11.1.3.4. *Interdépendance des fonctions sémantiques*

En somme, puisque l'esprit est effectivement capable de computation sémantique, on peut supposer qu'il incorpore une machine sémantique naturelle articulant trois sous-mécanismes :

- 1) une machine textuelle qui manipule des séquences de symboles signifiants,
- 2) un moteur linguistique qui transforme les textes en réseaux sémantiques et réciproquement,
- 3) une machine conceptuelle manipulant des réseaux de signifiés ou circuits sémantiques.

La distinction entre les trois types de mécanismes (machine textuelle, moteur linguistique et machine conceptuelle) est elle-même une distinction conceptuelle : dans la réalité de l'activité cognitive humaine, la machine sémantique entraîne simultanément les fonctions sémantiques, qui ne peuvent fonctionner qu'*ensemble*¹. Une des principales conclusions à retenir de cette discussion est qu'*il est impossible de représenter formellement la manipulation de concepts sans représenter en même temps de manière formelle la machine sémantique (qui articule fonction textuelle, fonction linguistique et fonction conceptuelle) dans son intégralité.*

Si je voulais rendre compte de l'esprit sur un mode scientifique, il me fallait donc construire un modèle formel calculable de la computation sémantique naturelle dont la structure vient d'être esquissée. Dans la réalité de la nature de l'esprit, comme en témoigne l'histoire humaine, la machine sémantique est suffisamment générale et universelle pour s'adapter à une grande variété de langues et de systèmes symboliques différents. Mais pour *modéliser* cette machine, il me fallait bien choisir un système symbolique particulier. Comme je l'ai indiqué plus haut, la plupart des systèmes symboliques « naturels » ayant émergé au cours de l'évolution culturelle ne se prêtent pas au calcul sémantique *automatique*. C'est pourquoi, de même que l'on a inventé une notation des *nombres* qui se prête aisément au calcul automatique (le système de notation par position avec le zéro, dont la notation binaire n'est qu'un cas particulier) et des systèmes de notation qui permettent d'automatiser les *raisonnements logiques* (à commencer par l'algèbre de Boole), je me suis trouvé dans l'obligation d'inventer un système de notation des concepts - c'est-à-dire un système symbolique - qui permette *l'automatisation des opérations accomplies par la computation sémantique naturelle*. Telle est l'origine de l'invention d'IEML.

11.2. Contraintes pesant la construction de la machine sémantique IEML

Le codage et la manipulation des concepts dans le modèle IEML de l'esprit respectent quatre contraintes principales.

1. La nature de l'esprit n'entretient pas de computation qui soit *purement syntaxique*, c'est-à-dire limitée à la machine textuelle. Le fait que la cognition naturelle enveloppe toujours une computation conceptuelle (donc sémantique) a été bien mis en évidence par Brian Cantwell Smith dans son *Age of Significance* [SMI 2010].

11.2.1. *Les concepts sont codés en IEML comme des réseaux sémantiques*

Premièrement, vu la nature des concepts, ils ne peuvent être codés adéquatement par des nombres ni comme des points de l'espace géométrique ordinaire. Il est entendu que tout ce qui fait l'objet de calculs automatiques dans le médium numérique sera, d'une manière ou d'une autre, représenté par des nombres binaires. Il est d'autre part toujours possible de concevoir des interfaces représentant l'univers des concepts dans un espace à deux ou trois dimensions. Je veux seulement souligner ici que les concepts exprimés par les langues *n'ont pas la même structure* que les nombres ou les points de l'espace géométrique. C'est pourquoi le modèle IEML représente les concepts par des réseaux paradigmatiques et syntagmatiques, c'est-à-dire comme des circuits sémantiques.

11.2.2. *Les fonctions conceptuelle, textuelle et linguistique de la machine sémantique IEML sont inséparables*

Deuxièmement, comme je l'ai déjà souligné plus haut, puisque les concepts sont nécessairement représentés par des signifiants appartenant à un système symbolique, on ne peut formaliser les concepts sans formaliser le système symbolique qui les représente et les fonctions sémantiques qui manipulent tous les aspects du système symbolique en question. En d'autres termes, *si l'on veut pouvoir manipuler automatiquement les circuits sémantiques représentant les concepts, il faut en passer par la conception d'une machine sémantique* qui permette également la manipulation automatique des textes et la conversion réciproque des textes et des circuits sémantiques.

11.2.3. *Les concepts codés en IEML sont les variables d'un groupe de transformation*

Troisièmement, une de nos principales finalités est de décrire les modifications des concepts et de leurs relations par des fonctions calculables et inter-opérables. Grâce à cette description, on pourra repérer des symétries et des invariances parmi les concepts. C'est pourquoi les circuits sémantiques représentant les concepts doivent être les variables d'un groupe de transformation². Seul un groupe de transformations sur les concepts codés nous permet d'atteindre à une *interopérabilité sémantique* digne de ce nom. Il est clair qu'il existe déjà une foule d'algorithmes qui exécutent des fonctions sémantiques, mais ils le font aujourd'hui selon des méthodes *ad hoc*, donc différentes selon les langues, les domaines d'applications, etc. L'enjeu de la discussion en cours est l'automatisation des fonctions sémantiques à partir d'une *méthode générale*, au moyen d'algorithmes inter-opérables, travaillant à partir d'un code sémantique

2. Voir la discussion sur la symétrie à la section 9.4.

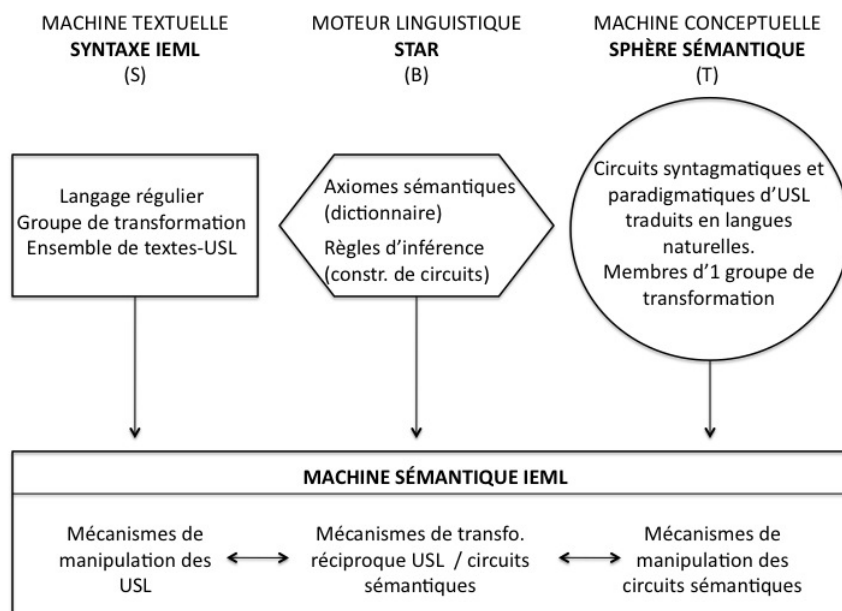


Figure 11.3 – Un modèle calculable de la computation sémantique basé sur le codage IEML

universel. Par hypothèse, ces algorithmes sémantiques interopérables appartiennent à la classe des automates logiques, c'est-à-dire qu'ils peuvent être effectivement mis en œuvre dans le médium numérique.

11.2.4. *Les concepts codés en IEML sont traduits automatiquement en langues naturelles*

Quatrièmement, et cette dernière condition émane d'une exigence pratique qui se passe de commentaires, les adresses du système de coordonnées sémantique - adresses qui identifient et représentent les concepts - doivent être automatiquement traduites en langues naturelles.

J'ai construit la machine sémantique IEML, schématisée à la figure 11.3, afin de disposer d'un modèle mathématique calculable de la machine sémantique naturelle (voir les figures 10.2 et 11.2) qui réponde aux quatre contraintes qui viennent d'être énoncées. On verra au cours de cet exposé que cette machine abstraite se conforme également aux propriétés de la sphère sémantique décrites au chapitre 9 ainsi qu'aux propriétés métalinguistiques décrites au chapitre 10.

Le but de ma quête était la sphère sémantique, c'est-à-dire un système de coordonnées scientifique de l'esprit. J'ai poursuivi ce but en manipulant patiemment des idéogrammes pendant de longues années et en formalisant ces manipulations sur un mode mathématique ou algorithmique, dans un va-et-vient constant entre bricolage empirique et formalisation théorique. Je n'ai « trouvé » cette sphère sémantique qu'en la fabriquant, le long d'un chemin hasardeux fait de constructions et de déconstructions qui m'amenaient à des structures de plus en plus simples, de plus en plus puissantes... et de plus en plus complexes. Je ne suis finalement parvenu à mon but qu'en modélisant *la machine abstraite* capable de générer et de manipuler automatiquement la sphère sémantique. Cette machine sémantique peut être décomposée en trois sous-machines : (1) la machine textuelle, (2) le moteur linguistique STAR et (3) la machine conceptuelle manipulant la sphère sémantique.

Comme on peut le voir dans la figure 11.3, la machine sémantique est constituée de trois types de mécanismes (entourés par le rectangle du bas).

1) La machine textuelle comprend les automates finis qui permettent de manipuler les *USL*. Ces automates textuels correspondent aux opérateurs classiques des langages réguliers.

2) Le moteur linguistique STAR³ comprend un ensemble d'automates finis qui permettent de transformer symétriquement les *USL* en circuits sémantiques traduits en langue naturelle.

3) Les nœuds et les liens de la sphère sémantique sont étiquetés par des *USL*. La machine conceptuelle comprend les automates finis qui permettent d'exécuter des transformations, traçages de chemins, mesures de distance et calculs de ressemblances sur les circuits de la sphère sémantique.

En termes de structure mathématique, (a) l'ensemble des *USL* est un groupe de transformations sur lequel on peut exécuter toutes les opérations sur les langages réguliers, (b) l'ensemble des circuits de la sphère sémantique appartient à un groupe de transformations sur lequel on peut accomplir toutes les opérations sur les graphes et (c) le moteur linguistique STAR est un morphisme - une fonction - qui permet de passer de manière symétrique entre le groupe des *USL* et celui des circuits (à chaque *USL* correspond un circuit sémantique et un seul, à chaque circuit sémantique correspond un *USL* et un seul).

3. STAR est l'acronyme de *Semantic Tool for Augmented Reasoning*.

11.3. La machine textuelle IEML (S)

11.3.1. Introduction à la machine textuelle

Examinons d'abord la machine textuelle (voir à gauche de la figure 11.3). La fonction textuelle joue le rôle d'interface entre les fonctions logiques et les fonctions sémantiques. Elle assure que les textes signifiants qui sont utilisés comme supports de concepts signifiés par la machine sémantique IEML peuvent être transformés par des automates logiques.

Nous savons que la cognition symbolique, par définition, implique l'usage de systèmes symboliques. Or un système symbolique repose nécessairement sur un code signifiant. Pour pouvoir être manipulé automatiquement, ce code signifiant doit se prêter de manière transparente aux fonctions logiques, c'est pourquoi IEML est un langage régulier. Mais il doit *aussi* se prêter aux fonctions proprement sémantiques, c'est pourquoi IEML entretient une homologie avec la structure des langues naturelles.

On peut comparer la machine textuelle, *c'est-à-dire la syntaxe d'IEML*, à un système de phonologie, d'écriture ou de typographie : il permet de produire et de reconnaître automatiquement des ensembles de séquences de six symboles primitifs. Ces séquences sont « ponctuées » par une triPLICATION RÉCURSIVE : séquences de trois symboles, séquences de trois séquences de trois symboles, séquences de trois séquences de trois séquences de trois symboles, etc. Les textes IEML (des ensembles de séquences) sont parfaitement manipulables par des automates finis grâce à leur syntaxe formelle mais ils n'ont pas de signification avant leur interprétation linguistique.

11.3.2. Propriétés mathématiques d'IEML

Les textes en IEML, c'est-à-dire les expressions syntaxiquement valides d'IEML, sont appelés des *USL (Uniform Semantic Locators)*. IEML est un langage régulier, ce qui signifie qu'il se prête de manière optimale à toutes sortes de manipulations automatiques ⁴. Les textes IEML (les *USL*) se présentent comme des *ensembles* de séquences de symboles. C'est pourquoi les opérations ensemblistes « différence symétrique » et « intersection » définissent un groupe de transformation sur les *USL*. Le point capital est que le codage IEML fait l'interface entre la computation arithmétique et logique sur des données binaires et la computation sémantique, qui permet de calculer sur des concepts et des idées.

La structure fondamentale du langage IEML peut se décrire assez simplement par les cinq propositions qui suivent.

4. Au sens de Chomsky, voir [CHO 1963].

1) Toutes les expressions valides d'IEML sont construites à partir d'un alphabet élémentaire de six *primitives* (T, B, S, A, U, E).

2) Une opération de triplcation (concaténation de 3 séquences) construit récursivement 7 couches (de 0 à 6) de *séquences de primitives*. Les séquences de couche zéro ne comprennent qu'un seul symbole.

Par exemple, T appartient à la couche 0, USE à la couche 1, USEABEEEE à la couche 2, etc.

3) Les *catégories* sont des ensembles de séquences de même couche (c'est-à-dire de même longueur).

Par exemple {USE, ABE, EEE, TTE} est une catégorie de couche 1.

4) Les *catsets* sont des ensembles de catégories de même couche.

Par exemple {{USE}, {ABE, EEE}, {TTE, TBE}} est un catset de couche 1.

5) Les *USL* réunissent de 1 à 7 catsets de couches différentes.

Par exemple,

```
{
  {{T,S},{E,A},{B}}
  {{USE},{ABE,EEE},{TTE,TBE}}
  {{USEABEEEE,ASEABEEEE},{TSEABEEEE}}
}
```

est un *USL* comprenant trois catsets de couches 0, 1 et 2.

Il découle de cette structure un certain nombre de résultats mathématiques qui sont démontrés au chapitre « Topologie sémantique » du second tome. Je résume dans les six points qui suivent les principaux de ces résultats, qui *garantissent qu'IEML peut servir de base à la construction d'une machine sémantique*.

1) IEML est un langage régulier fini, ce qui signifie - je le répète - qu'il se prête de manière transparente à la manipulation automatique.

2) On peut définir un groupe de transformations symétriques sur les « variables textuelles » que sont les expressions d'IEML. Les catégories de même couche et les *USL* en général peuvent faire l'objet d'opérations d'union, de différence symétrique et d'intersection.

3) Les relations sémantiques entre catégories ou entre *USL* peuvent être représentées par des graphes appelés circuits sémantiques.

4) Les opérations utiles pour la définition de relations sémantiques - et donc pour la construction de circuits sémantiques - sont automatisables.

5) L'ensemble des circuits sémantiques (dont les sommets et des arrêtes sont identifiés par des *USL*) forme un groupe de transformation.

6) Il existe des méthodes formelles calculables pour mesurer la distance entre deux sommets d'un circuit sémantique (y compris la distance pondérée par la force du courant sémantique) ainsi que pour mesurer des similitudes entre circuits (notamment en utilisant la théorie spectrale des graphes).

Quelle est la pertinence sémantique de la structure d'IEML et des résultats mathématiques qui en découlent ? Il est clair tout d'abord que l'on peut automatiser toutes sortes de fonctions algébriques pour manipuler des *USL* (textes), d'une part, et des circuits sémantiques (explicitant le sens des textes), d'autre part. Outre cela, un des principaux avantages de la machine sémantique IEML est la possibilité de transformer automatiquement des *USL* en circuits, c'est-à-dire de traduire automatiquement les textes IEML en graphes sémantiques exprimés en langues naturelles.

11.4. Le moteur linguistique STAR (B)

11.4.1. Introduction à la fonction linguistique

Passons maintenant au moteur linguistique (voir au centre de la figure 11.3). L'interprétation linguistique des textes IEML (*USL*) est fournie par les règles de grammaire et le dictionnaire du moteur linguistique STAR. Il est démontré que ce moteur peut être décomposé en un ensemble fini d'automates finis. Donner une interprétation linguistique des textes IEML revient à transformer n'importe quel texte IEML (une séquence ponctuée de signifiants) en réseau hypertextuel - paradigmatique et syntagmatique - de signifiés lisibles en langues naturelles. La fonction linguistique permet de passer automatiquement d'un groupe de transformation des textes (qui sont des ensembles de séquences) à un groupe de transformation des concepts signifiés (qui sont des graphes de textes interprétés en langues naturelles). C'est ainsi que le moteur STAR produit automatiquement une sphère sémantique commune aux utilisateurs de l'Hypercortex : l'ensemble interopérable des hypertextes signifiés par les textes IEML.

11.4.2. Métalangage

Comme nous le savons, la cognition humaine manipule d'habitude les concepts au moyen de systèmes symboliques variés, au premier rang desquels *les langues naturelles*. Mais, à cause de leur irrégularité, les langues naturelles ne se laissent pas traiter aisément sur un mode automatique. C'est pour remédier à ce problème qu'IEML est un langage régulier. Cependant, pour pouvoir jouer utilement son rôle d'adressage sémantique, ce langage régulier retient les principales structures permettant aux langues naturelles de représenter les concepts : feuilletage en couches de complexité croissante (morphèmes, mots, phrases, etc.), fonctions grammaticales (sujet, complément, etc.) et classes grammaticales (nom, verbe, marqueurs de cas, de genre, de nombre, de temps, etc.). Le moteur linguistique de la machine sémantique IEML peut se décomposer en deux parties.

Il comprend premièrement, un ensemble de *règles* permettant de transformer automatiquement les textes IEML (les *USL*) en circuits sémantiques - réseaux paradigmatiques et syntagmatiques - traduits en langues naturelles.

Deuxièmement, il comprend un *dictionnaire*, c'est-à-dire un ensemble de correspondances entre termes IEML et concepts exprimés en langues naturelles. Le dictionnaire se présente lui-même comme un circuit sémantique formel entre termes.

On peut assimiler le moteur linguistique STAR à une théorie dont les axiomes sont contenus dans le dictionnaire et dont les règles d'inférence permettent - sur la base des axiomes - d'interpréter n'importe quel texte IEML en circuit sémantique traduit en langues naturelles. J'appelle *inférence sémantique* la fonction linguistique calculable qui permet de passer automatiquement d'un texte IEML au circuit sémantique qui représente son sens en langues naturelles et *moteur linguistique* le mécanisme qui permet d'exécuter cette fonction. L'automatisation de la fonction linguistique sera traitée de façon plus approfondie dans le second tome, mais je vais en présenter dès maintenant les principes généraux.

11.4.3. Règles de construction des circuits

Les règles d'inférence sémantique peuvent être décomposées en règles de construction des circuits syntagmatiques et en règles de construction des circuits paradigmatiques.

1) Le circuit *syntagmatique* correspond aux relations grammaticales internes à l'*USL*. Il va donc expliciter sous forme de graphe les relations entre propositions (qui correspondent aux catégories)⁵ distinctes de l'*USL*, entre phrases d'une proposition, entre mots d'une phrase et entre morphèmes d'un mot.

2) Les relations *paradigmatiques* correspondent aux rapports sémantiques d'interdéfinition qui relient les termes d'un dictionnaire. En IEML, ces relations peuvent être déclinées en relations étymologiques, taxonomiques, symétriques (rapports de substitution possibles) et sérielles (graduation de mots ou d'expressions sur des échelles sémantiques linéaires comme, par exemple, du plus concret au plus abstrait). Le circuit paradigmatique d'un *USL* va donc connecter les termes de l'*USL* avec les termes du dictionnaire qui servent à préciser ou définir leur sens.

11.4.4. Le dictionnaire

On peut comparer les règles de construction des circuits à des règles d'inférence logique. Tant qu'aucune proposition n'est déclarée vraie, il est impossible de rien déduire. C'est pourquoi toute théorie logique est fondée non seulement sur des règles d'inférence (comment passer d'une proposition vraie à une autre en général) mais aussi sur une série initiale de propositions particulières vraies (les axiomes), à partir

5. Le mot *catégorie* est pris ici au sens technique qu'il a en IEML : « ensemble de séquences de même longueur (ou de même couche) », voir la section 11.3.

desquelles sont inférées d'autres propositions particulières vraies (les théorèmes) ⁶. De la même manière, pour que le moteur sémantique d'IEML puisse inférer le circuit sémantique traduit en langue naturelle correspondant à un *USL* quelconque, il faut définir *a priori* le sens de certains termes et leur réseau de relations paradigmatiques. Afin d'amorcer son fonctionnement, un moteur d'inférence sémantique a donc besoin qu'on lui fournisse un *dictionnaire* précisant les relations sémantiques entre ses termes ainsi que leur traduction en langue naturelle. Le dictionnaire peut être considéré comme un circuit paradigmatique « axiomatique ».

11.4.5. *Le dialecte STAR*

La structure d'IEML et les propriétés mathématiques qui en découlent autorisent la construction d'un grand nombre de moteurs linguistiques distincts. Tous ces moteurs doivent respecter la même contrainte, celle de projeter automatiquement une sphère sémantique interprétée en langue naturelle à partir du langage régulier IEML. Un moteur linguistique particulier peut être considéré comme un *dialecte* du métalangage IEML, dialecte qui incorpore nécessairement des *choix* en matière d'architecture de la sphère sémantique. Dans les faits, il n'existe aujourd'hui - en 2011 - qu'un seul dialecte IEML, appelé STAR (pour *Semantic Tool for Augmented Reasoning*). Du point de vue de sa genèse, IEML peut être considéré comme une généralisation de STAR. Parce que j'avais en vue un objectif pratique, j'ai d'abord construit un dictionnaire et des règles de construction de circuits. Ce n'est que dans un deuxième temps que j'ai dégagé la structure mathématique abstraite de la syntaxe d'IEML, qui permet éventuellement de construire d'autres dialectes. Aussi bien les règles d'inférence sémantiques de STAR que les circuits paradigmatiques prédéfinis dans son dictionnaire n'ont rien d'absolu ou d'objectif : ce sont des principes *conventionnels* d'interprétation des *USL*. Cette convention vise l'universalité, comme beaucoup de conventions utiles⁷ mais il s'agit d'une convention strictement linguistique, qui n'oblige à aucune interprétation particulière des *données*. Pour employer une métaphore que j'ai déjà utilisée dans le chapitre 7, la syntaxe d'IEML peut être considérée comme une machine et sa sémantique (STAR) comme le système d'exploitation linguistique de cette machine. En d'autres termes, le moteur linguistique STAR fixe une interprétation particulière d'IEML, mais il laisse les utilisateurs entièrement libres de la catégorisation de leurs données.

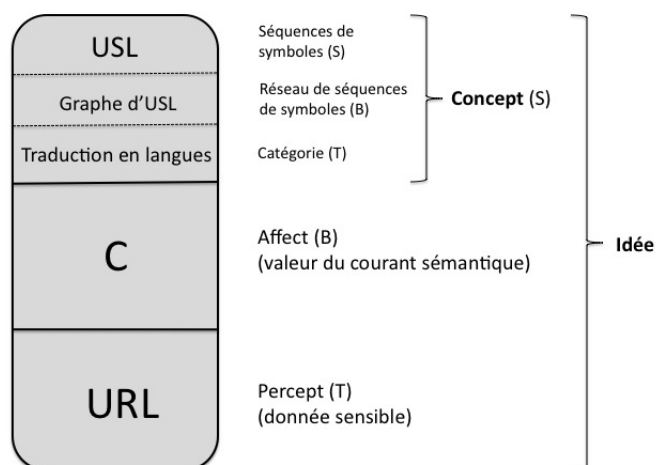


Figure 11.4 – Modèle IEML des idées

11.4.6. De l'USL au circuit sémantique

Après cette explication générale du fonctionnement du moteur linguistique, je peux préciser la manière dont le modèle IEML articule les idées et les concepts. Chaque texte valide d'IEML (un *USL*) est un ensemble de séquences de symboles signifiants. Cet *USL* est transformé en un concept déterminé par le moteur STAR. Cette transformation peut se décomposer en deux étapes logiques. Premièrement, cet *USL* est transformé en un réseau d'*USL* dans la sphère sémantique : le graphe d'*USL* de la figure 11.4. Deuxièmement, ce réseau d'*USL* est traduit en langues naturelles. Le résultat, un réseau d'*USL* traduit en langues naturelles, est un *circuit sémantique*. Techniquement, un concept se présente donc dans le modèle IEML comme une correspondance biunivoque entre un *USL* et un circuit sémantique. Les concepts de la sphère sémantique projetée par STAR peuvent dès lors jouer leur rôle d'adresse sémantique des idées.

6. Voir sur ce point les travaux de Robert Blanché sur l'axiomatique et l'histoire de la logique [BLA 1955, BLA 1970].

7. Je renvoie sur ce point aux analyses de la sous-section 5.3.3.

Je ne prétends pas avoir achevé la cartographie du sens avec le dialecte STAR tel qu'il se présente aujourd'hui (en 2011). La tâche ne sera sans doute jamais définitivement terminée, et l'avancement du programme de recherche fondé sur IEML demandera la collaboration transdisciplinaire et transculturelle de nombreuses équipes. Je me suis contenté de vérifier qu'il était *possible* de construire un système de coordonnées sémantique unifiant la nature de l'esprit dans le cadre computationnel d'un groupe de transformations.

11.5. La machine conceptuelle (T)

Une fois la sphère sémantique produite par le moteur linguistique STAR, il existe un ensemble fini d'automates finis (la machine conceptuelle : voir à droite de la figure 11.3), capables de transformer les circuits sémantiques et d'y tracer des chemins. Les circuits sémantiques pourront être utilisés par les jeux d'interprétation collective pour produire, reconnaître et comparer des idées et des réseaux d'idées ainsi que pour canaliser des circulations de courant sémantique.

11.5.1. Transformation de circuits sémantiques

A partir des *USL* qui lui sont fournis en entrée, le moteur linguistique STAR produit un ensemble cohérent de circuits sémantiques. Les nœuds de ces circuits sont des *USL* traduits en langues naturelles et leurs connexions sont des relations sémantiques explicites (de type syntagmatique et paradigmatique) entre les *USL*. J'insiste sur le fait que les circuits de la sphère sémantique - représentant des concepts - sont construits de manière régulière et automatique par le moteur STAR à partir des codes IEML que sont les *USL*. Il en résulte que toute *transformation d'un USL* se reflète de manière régulière dans une *transformation du circuit sémantique* correspondant à cet *USL*. Puisqu'il existe un parallélisme entre transformation des *USL* et transformation des circuits sémantiques correspondants, il devient possible de manipuler automatiquement des concepts à partir de la manipulation des textes codés en IEML. De plus, les circuits sémantiques sont des variables d'un groupe de transformation⁸. La sphère sémantique n'est donc pas seulement une structure topologique - un mégaréseau de concepts - c'est aussi une machine abstraite dont les opérations permettent de générer, transformer et mesurer tous les aspects de cette structure. Bien entendu, ce n'est que *parce qu'ils sont codés en IEML* - et parce qu'il existe effectivement un moteur linguistique STAR - que les concepts et leurs relations sémantiques se laissent formaliser par un groupe de transformations. En somme, la sphère sémantique IEML permet d'adresser les concepts en répondant à toutes les contraintes scientifiques qui s'imposent à un système de coordonnées de l'esprit.

8. Voir la démonstration dans le tome 2.

11.5.2. *Ouverture et complexité des circuits de la sphère sémantique*

La sphère sémantique IEML autorise une ouverture intellectuelle et une liberté de mouvement inter-conceptuelle sans restrictions. Cette liberté de circulation entre les concepts est assurée parce que la topologie du vaste filet qui fait office de système de coordonnées de l'esprit respecte trois contraintes sur les circuits sémantiques : la première porte sur leur quantité, la seconde sur leur variété et la troisième sur leur complexité.

1) Les circuits de la sphère sémantique permettent le parcours d'une *quantité pratiquement illimitée* de chemins entre deux *USL*. Cela signifie que, pour la cognition symbolique, il n'existe *a priori* aucune coupure, frontière ou séparation infranchissable entre deux signifiés pris au hasard. Deux concepts, quels qu'ils soient, peuvent toujours être connectés par plusieurs séries continues de transformations sémantiques, ces transformations modélisant des opérations intellectuelles sur des concepts. La topologie de la sphère sémantique est d'un seul tenant, elle rend possible la communication universelle entre concepts sans laquelle il n'y a pas de pensée libre.

2) Les liens (c'est-à-dire les transformations) entre les *USL* de la sphère sémantique peuvent être tissés par une *variété indéfiniment ouverte* de fonctions différentes. En particulier, tous les circuits que l'on peut dessiner automatiquement dans la sphère sémantique ne sont pas (ou pas seulement) de simples hiérarchies de classes et de sous-classes. En outre, le même *USL* peut évidemment jouer le rôle d'opérande ou de résultat pour *plusieurs* fonctions différentes. Cela signifie que, du point de vue du cheminement dans les circuits sémantiques, chaque *USL* fonctionne comme un carrefour à partir duquel il est possible de choisir non seulement le prochain nœud - la prochaine destination - mais aussi le prochain type de transformation sémantique. J'aborderai dans le tome 2 le détail de certaines fonctions de construction de circuits.

3) Loin d'être limités à des séquences *linéaires* de traversées, les chemins du courant sémantique peuvent se ramifier en graphes de *complexité* indéterminée. A l'échelle la plus « micro » de l'activité cognitive, celle des rythmes oscillatoires du système nerveux central, il est probablement impossible de considérer plus d'une seule « idée » à la fois⁹. Pourtant, notre expérience quotidienne fait surgir des mouvements de pensée et des rapports de sens qui ne se déroulent pas nécessairement de manière séquentielle. Au moins subjectivement, nous sommes capables de suivre simultanément plusieurs lignes discursives et de mener certaines activités en « mode multi-tâches ». La chose est encore plus évidente pour l'intelligence collective d'une communauté, telle qu'elle peut se manifester, par exemple, dans la dynamique d'utilisation et de transformation collaborative de son système informatisé de gestion de la

9. La pensée discursive, comme la parole, sont séquentielles. « Tout se passe comme si la structure du temps vécu n'était pas continue, mais scandée en une séquence de quanta fonctionnels », Varela, Thompson et Rosch *L'inscription corporelle de l'esprit* [VAR 1991], p. 119.

connaissance. Dans ce cas, si l'on considère un réseau conceptuel commun - matérialisé par exemple par le thésaurus ou l'ontologie¹⁰ structurant une base de données - il est clair qu'à partir d'un concept donné *plusieurs* chemins conceptuels peuvent être parcourus simultanément par l'intelligence collective de la communauté. En général, pour une intelligence vivante, l'actualisation des relations entre concepts - modélisés par des flux de courant dans les circuits sémantiques IEML - prennent la forme de buissonnements complexes, voire de rhizomes fractals¹¹. Les circulations intellectuelles effectives entre les concepts ressemblent probablement plus à des pulsations d'éclairs dissymétriques illuminant des nuages opaques de données phénoménales qu'aux sages hiérarchies d'un organigramme administratif. Il n'empêche : même les orages signifiants d'une séance de *brain storming* ou d'une dispute amoureuse doivent pouvoir s'inscrire dans la topologie fonctionnelle de la sphère sémantique.

En somme, l'ensemble cohérent des circuits de la sphère sémantique ouvre pratiquement une infinité de chemins intellectuels entre une variété ouverte de concepts distincts, selon une diversité illimitée de transformations, le long de parcours séquentiels ou parallèles indéfiniment complexes¹². Dans le modèle de la cognition symbolique fondé sur la sphère sémantique, les mouvements de l'esprit peuvent s'élancer vers une infinité de directions intellectuelles différentes à partir d'un concept quelconque, représentée par un *USL*. Mais, sur ce fond de virtualités sans limite, rien n'empêche évidemment d'inscrire délibérément des parcours sémantiques de quantité, de variété et de complexité limitée afin de modéliser des structures culturelles ou des opérations intellectuelles déterminées. La liberté de pensée est donc assurée. En outre, chaque pas d'un chemin - chaque traversée de lien - reste précisément identifiable par les coordonnées sémantiques de son point de départ, les coordonnées sémantiques de son point d'arrivée et la transformation automatisable qui mène de l'un à l'autre. L'exigence scientifique de calculabilité est donc respectée.

10. Le terme d'ontologie est pris ici au sens informatique de « réseau formalisé de concepts pris comme base de calculs logiques par des programmes » et non pas au sens métaphysique d'étude générale de ce qui est.

11. Je rappelle que le concept de rhizome a été développé philosophiquement par Gilles Deleuze et Félix Guattari dans l'introduction de *Mille Plateaux* [DEL 1980]. Le rhizome propose une *image de la pensée* caractérisée par des *multiplicités actives a-centrées* et par des *dynamiques réticulaires transversales* aux organisations hiérarchiques et aux arborescences classificatoires.

12. On trouvera une préfiguration de ce modèle au début de l'ouvrage de Michel Serres, *Hermès I, La communication* [SER 1969].

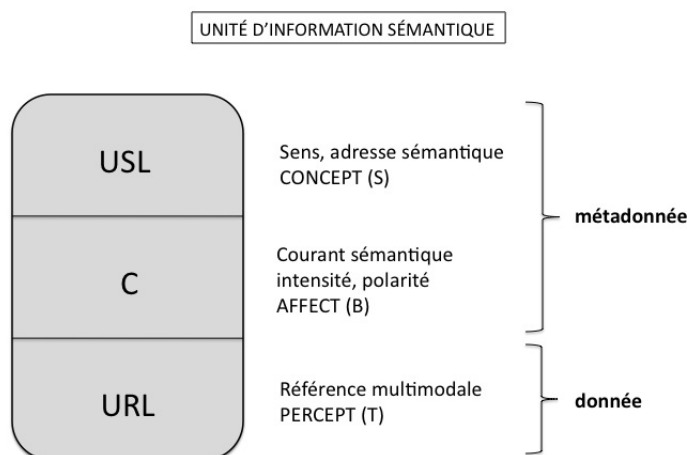


Figure 11.5 – Modélisation formelle d'une idée dans le modèle IEML

11.6. Conclusion

11.6.1. L'unité d'information sémantique

La machine sémantique peut être considérée comme le « chaînon manquant » de la modélisation cognitive. La première conséquence de l'existence formelle de la machine sémantique IEML est qu'il ne reste plus aucun obstacle théorique à la modélisation calculable de l'esprit dans le médium numérique et donc à son observation scientifique réflexive. En effet, cette machine assure la calculabilité et l'interopérabilité des fonctions herméneutiques et sémantiques. Puisque les circuits de la sphère sémantique sont des variables d'un groupe de transformation, nous disposons d'un système de coordonnées universel abritant le monde des idées. Dans le modèle de l'esprit qui adopte la sphère sémantique comme système de coordonnées, une idée se représente par une unité d'information sémantique (voir la figure 11.5). Le concept se code par un *USL*, *USL* qui est automatiquement converti en circuit de la sphère sémantique et traduit en langues naturelles. L'affect se code par un courant sémantique (polarité, intensité) coulant dans ce circuit. Finalement, le percept - c'est-à-dire les données multimodales - est adressé par un *URL*.

L'adoption de l'unité représentée à la figure 11.5 comme étalon de l'économie de l'information sémantique permet de faire du médium numérique le support d'un

Hypercortex, c'est-à-dire d'un calculateur cognitif universel ou d'un miroir de l'intelligence collective. L'Hypercortex se nourrira des données publiques présentes sur le Web et il sera « programmé » par les conversations créatrices au moyen de *jeux d'interprétation collective* aussi variés que l'on voudra.

11.6.2. *Les deux faces de la sphère sémantique*

La sphère sémantique IEML peut être considéré sous deux faces. Selon le premier aspect, elle exprime tous les rapports de sens entre les textes (les *USL*) d'une métalangue calculable, textes qui peuvent être manipulés selon des critères sémantiques et traduits automatiquement dans les langues naturelles supportées par son dictionnaire. Sur cette face métalinguistique, IEML présente *un système de notation sémantique capable d'une correspondance fine avec les langues naturelles*, et donc avec les données. Cet aspect a été abordé au chapitre 10.

Mais la sphère sémantique présente aussi une autre face : celle d'une *monadologie des concepts*. Les *USL* sont les adresses codées des nœuds d'une topologie sémantique hypercomplexe. Bien qu'immense et fractalement enchevêtré, le réseau hypertextuel des concepts répond néanmoins à un *système symétrique de transformations algébriques qui peut être manipulé de manière automatique*. Cet aspect a été étudié dans le chapitre 9 de cette seconde partie et précisé dans ce chapitre 11. La machine sémantique IEML permet bel et bien de répondre aux contraintes d'une connaissance scientifique de l'esprit. En effet, la sphère sémantique construite et arpentée par cette machine fournit à la cognition symbolique un système d'adressage unifiant, symétrique, cohérent et signifiant, tout en laissant le champ libre à une complexité inépuisable.

Etant à la fois langue et topologie calculable, système linguistique de catégorisation des données et système de transformations algébriques, la sphère sémantique IEML constitue la pierre angulaire de l'Hypercortex : elle permet de passer du calcul logique au calcul sémantique et elle ouvre la voie à une modélisation computationnelle de la cognition symbolique. La sphère sémantique émerge des opérations d'une machine formalisant les fonctions sémantiques humaines et elle organise une mémoire herméneutique perspectiviste, animée par une variété illimitée de jeux d'interprétation collective. Dès lors, la cognition symbolique apparaît comme une nature infinie mais cohérente, un cosmos indéfiniment explorable par des moyens scientifiques.

11.6.3. *Directions de développement*

Il est très difficile de prévoir dès aujourd'hui toutes les applications de l'Hypercortex fondé sur la machine sémantique. Je peux néanmoins indiquer quatre directions de développement probables. Premièrement, nous avons déjà aujourd'hui un système

d'adressage commun pour les données (les URL), mais l'organisation des métadonnées est toujours opaque et fragmentée. L'Hypercortex permettra donc d'augmenter tous les processus de collaboration sémantique. Il permettra d'abord de traverser les cloisonnements imposés encore en 2011 par les langues naturelles, les ontologies, les plates-formes des médias sociaux, les moteurs de recherche et en général par les grandes entreprises du Web basées sur le *cloud computing*. Ensuite, il augmentera considérablement la puissance et l'interopérabilité des calculs sur les métadonnées, puisque les *USL* et le courant sémantique sont les variables de groupes de transformations. L'Hypercortex permettra donc de pratiquer de manière plus efficace qu'aujourd'hui (a) le balisage sémantique collaboratif (*collaborative semantic tagging*), (b) le filtrage collaboratif des données et des personnes (*collaborative semantic filtering*) et (c) la fouille sémantique collaborative (*collaborative semantic search*).

La seconde direction de développement est *la gestion sémantique des connaissances*, qu'elle soit personnelle ou collective. L'Hypercortex basé sur IEML propose une organisation perspectiviste du savoir accumulé qui est à la mesure de la mémoire numérique multimédia et de la puissance de calcul désormais à notre disposition. Il faut penser *simultanément* la liberté herméneutique, c'est-à-dire la capacité de mettre au point une foule de fonctions de catégorisation et d'évaluation des données *différentes* selon les traditions, les intérêts et les points de vue des conversations créatrices et la capacité d'interopérabilité, de comparaison et d'échange ouverte par un système de coordonnées sémantiques *commun*.

La troisième direction de développement porte sur la simulation et la modélisation des systèmes cognitifs personnels et collectifs. On peut penser évidemment au domaine des sciences humaines, mais aussi au management, au design, au marketing, à la conception de jeux collaboratifs, à l'art en réseau, au *digital storytelling*, etc. De nouveau, le point capital est que les modèles cognitifs - aussi variés soient-ils - produits dans le cadre de référence de l'Hypercortex sont génératifs, évolutifs, interopérables et peuvent s'échanger des unités d'information, des données et des fonctions.

En fin de compte, on peut imaginer de nouveaux types d'interfaces, des formes encore inédites de navigation dans les données - voire dans les connaissances - qui prendront sans doute la forme de jeux d'interprétation collective massivement multijoueurs et qui s'appuieront sur des techniques de réalité augmentée basée sur la computation ubiquitaire (*pervasive computing*) et les gadgets sans fil.

En somme, l'Hypercortex abritera une nouvelle génération d'*automates socio-sémantiques* soutenant la création, l'échange et l'appropriation des savoirs. La sphère sémantique IEML servira d'appui technique à une décentralisation de la computation, chaque *jeu d'interprétation collective* utilisant à sa manière le système de coordonnées commun et la puissance de calcul disponible dans les « nuages ». Au-delà des perfectionnements techniques, l'Hypercortex améliorera la productivité du travail dans une

économie basée sur la connaissance et permettra de raffiner des stratégies collaboratives de développement humain adaptées à une multitude de situations et de contextes différents.

Chapitre 12

L'Hypercortex

Après avoir rappelé le rôle essentiel joué par les médias et systèmes symboliques dans la cognition humaine, je vais m'attacher dans ce chapitre à brosser un tableau général du médium numérique contemporain et de son évolution probable. Je développerai notamment l'idée - annoncée aux chapitres précédents - selon laquelle la machine sémantique IEMML ouvre la voie à l'émergence d'un Hypercortex capable de réfléchir l'intelligence collective humaine en utilisant la puissance de stockage et de calcul du médium numérique. Comme on peut le voir sur la figure 12.1, ce chapitre donne une vision générale de la cognition hypercorticale qu'enveloppera le médium numérique.

12.1. Le rôle des médias et systèmes symboliques dans la cognition

Il ne fait aucun doute que la cognition humaine soit fondée sur une organisation cérébrale et une activité neuronale biologiquement déterminées¹. Néanmoins, ces dernières décennies ont vu la publication d'une quantité impressionnante de recherches sur le thème des technologies intellectuelles et des outils symboliques². L'idée principale qui unifie ce champ de recherches interdisciplinaire est que les dispositifs de

1. Voir par exemple *L'homme neuronal* de Jean-Pierre Changeux ou *Le darwinisme neuronal* de Gérard Edelman [CHA 1983, EDE 1987]. On notera que je ne dis pas que la cognition humaine est *déterminée* par l'activité neuronale, mais qu'elle est *fondée* sur l'activité neuronale.

2. Je me réfère en particulier aux travaux de Goody, Ong, Havelock, Logan, Jaynes, etc. Voir la bibliographie : [JAY 1976, GOO 1977, ONG 1982, GOO 1987, BOT 1987, HAV 1988, LOG 2007]. Sur la manière dont des disciplines intellectuelles telles que la rhétorique (y compris ses dimensions spatiales et iconiques) ont pu influencer les activités cognitives, voir les travaux de Yates et Carruthers [YAT 1974, CAR 2000].

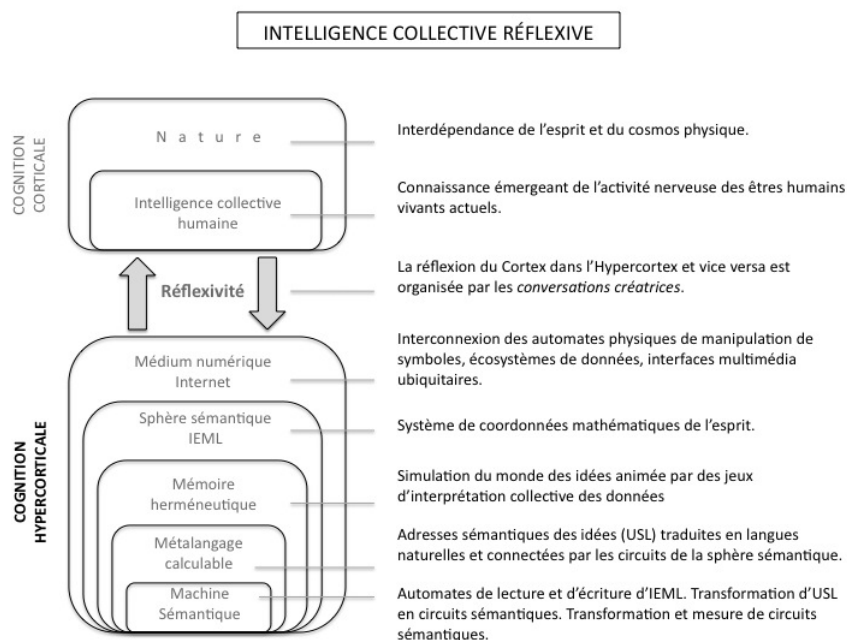


Figure 12.1 – Situation du chapitre 12 sur la carte conceptuelle

mémoire, les média de communication et les systèmes symboliques - tous d'origine culturelle - jouent un rôle essentiel dans le façonnage des habiletés cognitives, aussi bien à l'échelle individuelle qu'à l'échelle collective ³.

L'invention de l'écriture a permis le développement de connaissances systématiquement organisées (listes, tables, archives, comptabilité, procédures herméneutiques complexes) au-delà des savoirs des cultures orales, organisées autour des mythes, récits et rituels ⁴. L'invention de l'alphabet, c'est-à-dire d'un système d'écriture phonétique reposant sur une trentaine de signes (par opposition aux systèmes d'écriture requérant des milliers de signes idéographiques ou aux systèmes mixtes) a mené à l'extension sociale des capacités de lecture et d'écriture et elle a favorisé le développement de la pensée abstraite ⁵. L'invention du système de numération indo-arabe,

3. Voir par exemple de Edwin Hutchins, *Cognition in the Wild* [HUT 1995].

4. Voir : [GOO 1977, ONG 1982, GOO 1987, HAV 1988].

5. Voir notamment les travaux de Innis, McLuhan et, plus récemment, de Robert Logan : [INN 1950, MAC 1964, LOG 2004].

incluant la notation par position et le zéro, a rendu le maniement des opérations arithmétiques plus simple et plus aisé, principalement en permettant l'usage d'algorithmes uniformes ⁶. Il suffit de faire l'expérience de multiplier des nombres exprimés en chiffres romains pour saisir l'importance des systèmes symboliques dans l'exécution de tâches cognitives. En plus d'avoir servi de véhicule à une dissémination sans précédent des informations et connaissances, l'invention de l'imprimerie mena indirectement au développement de plusieurs systèmes de notation scientifique, y compris les cartes géographiques précises basées sur la projection géométrique des parallèles et des méridiens, des systèmes de classification biologiques et des systèmes de notation mathématique et chimique ⁷. L'imprimerie a également favorisé le développement et la formalisation des études linguistiques ⁸, comme la création de systèmes de métadonnées pour les bibliothèques et les archives ⁹. Il faut remarquer que le développement de nouveaux systèmes symboliques n'est pas apparu immédiatement après l'invention de l'imprimerie : il a fallu plusieurs générations pour assimiler et exploiter les possibilités cognitives ouvertes par ce nouveau médium. En général, l'évolution culturelle *suit* l'évolution technique. Par analogie, on peut prédire, sans grand risque, que la pleine exploitation symbolique du nouvel environnement de communication et de traitement offert par les réseaux d'ordinateurs, c'est-à-dire *le médium numérique*, reste encore à venir.

Ces remarques historiques suggèrent que nombre d'avancées majeures dans l'évolution de la cognition humaine sont liées à des inventions de média et de systèmes symboliques.

12.2. Le médium numérique

12.2.1. Définition générale

Le médium numérique est un milieu de communication mondial, multimédia, interactif et ubiquitaire ouvert à une foule grandissante de communautés d'utilisateurs. Le principal caractère du médium numérique est d'être actionné par des automates de manipulation de symboles massivement distribués. La croissance du médium numérique repose essentiellement sur la convergence de trois processus.

Premièrement, l'augmentation continue de la puissance de calcul : les matériels et logiciels de l'informatique automatisent la manipulation de symboles de manière de plus en plus efficace.

6. Sur ce point, voir, de Robert Kaplan, *The Nothing That Is, a Natural History of Zero* [KAP 1999] et de Georges Ifrah, *Les chiffres ou l'histoire d'une grande invention* [IFF 1985].

7. La référence à ce sujet est l'ouvrage, déjà cité, d'Elisabeth Eisenstein [EIS 1983].

8. Voir en particulier l'ouvrage de Sylvain Auroux, déjà cité [AUR 1994].

9. Voir l'ouvrage d'Elaine Svenonius, déjà cité [SVE 2000].

Deuxièmement, l'inflation continue du flot de données numériques : la mémoire culturelle humaine - à court ou à long terme - est progressivement numérisée et mise en ligne. Cette mise en ligne crée les conditions d'une unification des mémoires locales dans un espace virtuel commun et ubiquitaire, tandis que la numérisation rend possible l'automatisation de son traitement à grande échelle.

Troisièmement, l'essor continu des populations utilisant directement le médium numérique : près d'un tiers de la population mondiale en 2011¹⁰ pour moins d'un pour cent en 1995. On peut prévoir sans grand risque de se tromper que l'on aura dépassé les 50% de l'humanité connectée à haute vitesse bien avant le milieu du XXI^e siècle.

12.2.2. *L'automatisation de la manipulation de symboles*

L'automatisation a d'abord porté sur l'agriculture, les transports, la production d'énergie et les processus de fabrication matérielle. Mais nous disposons maintenant de techniques capables non seulement d'enregistrer, de dupliquer et de transporter instantanément les symboles mais encore de les manipuler automatiquement à la vitesse de l'électronique, et bientôt de l'optique. La disponibilité d'automates programmables de manipulation de symboles (automates logiques) date d'un demi-siècle dans quelques centres politiques et industriels. Elle ne se trouve aux mains du public des pays les plus riches que depuis une petite trentaine d'année : à peine plus d'une génération nous sépare de la naissance de l'informatique personnelle et du développement de l'Internet. Finalement, moins d'une génération nous sépare en 2011 de l'émergence de la nouvelle médiasphère mondiale hypertextuelle qu'est le World Wide Web, que l'on peut dater du milieu des années 1990.

Les automates manipulateurs de symboles sont pratiquement capables d'accomplir toutes les opérations formellement définissables sur n'importe quelle type d'information, à condition que cette information ait été codée de façon numérique. Selon la fameuse loi de Moore, vérifiée depuis plus de vingt ans, la puissance de calcul des processeurs (matériels) produits par l'industrie double tous les dix-huit mois. Les automates logiques nous servent couramment à écrire, éditer et lire des textes, à produire et à regarder des images, à produire et écouter de la musique, à gérer nos finances, notre économie, nos administrations et de plus en plus à structurer de manière intégrée nos apprentissages et nos connaissances organisationnelles. Leurs capacités d'aide à la décision, leur puissance de production de transformation de documents, tout comme leurs capacités de support interactif d'environnements virtuels commencent à peine à être explorés.

10. Voir *Internet World Stats* <http://www.internetworldstats.com>

12.2.3. *La numérisation de la mémoire*

Le second processus qui contribue à la croissance du médium numérique est la numérisation de la mémoire culturelle. J'entends par là aussi bien la mémoire à long terme (archives, encyclopédies, bibliothèques, musées, mémoires d'entreprises) que la mémoire à court terme (médias, blogs, forums, correspondances, jeux et autres). Le processus de numérisation de la mémoire s'accélère, quelle que soit la spécialité considérée (scientifique, artistique, historique, économique...) et quelle que soit la forme sous laquelle l'information est représentée (textes, images, sons ou programmes). Cette numérisation nourrit l'activité des automates logiques, qui ne peuvent travailler que sur des données codées en 0 et 1. Elle permet une puissance quantitative de traitement et une finesse de transformation et d'analyse automatique à une échelle encore inconnue il y a un demi-siècle ¹¹. La majeure partie des produits symboliques de l'humanité est donc en voie d'être représentée par des documents numériques et disponibles en ligne. Il en résulte que les servitudes liées à la localisation physique et à l'inscription matérielle des mémoires collectives s'évanouissent ¹². La technologie contemporaine rend possible un accès universel ubiquitaire ainsi qu'un coût de reproduction ou de copie tendant vers zéro. De ce fait, dès qu'une information se trouve quelque part dans le réseau, elle est potentiellement partout. Les documents numérisés font virtuellement partie d'un hyperdocument dynamique universel, alimenté, parcouru et transformé par l'ensemble des institutions et des individus qui participent au médium numérique. Tandis que les institutions traditionnellement chargées de la mémoire et de la communication tentent malaisément de s'adapter à ces nouvelles conditions, de nouvelles formes de mémoire collective - apparues ces dernières années - laissent entrevoir les formes du futur. Wikipedia, lancé en 2001, possédait en 2010 près de trois millions d'articles en 200 langues, plus de 300 000 collaborateurs bénévoles et des millions d'utilisateurs quotidiens, ce qui en fait l'encyclopédie la plus complète et la plus consultée dans le monde. Des sites Web permettent à des centaines de millions d'internautes de partager et de commenter collectivement des vidéos (YouTube) ou des photos (Flickr). Des sites comme Diigo permettent aux internautes de partager leurs signets (ou *bookmarks*) et d'indexer ou de baliser les sites qu'ils veulent porter à l'attention des autres en employant leurs propres mots-clés. Dans ce cas, l'utilisateur se réapproprie l'acte classificateur du documentaliste. Résultat : les ressources du Web sont organisées par des « folksonomies » démocratiques, plutôt que par des taxonomies imposées par des spécialistes. Dernier exemple de ces mutations de la mémoire collective : les systèmes d'échange de fichiers pair à pair (P2P) tels que Kazaa, eMule, BitTorrent ou GUNet permettent aux internautes de partager les documents qui se trouvent sur leurs disques durs dispersés comme s'ils étaient tous branchés sur une mémoire commune qui unirait leurs mémoires particulières. C'est principalement par ces canaux que sont échangés à grande échelle les jeux, films et morceaux de musique

11. J'écris cette phrase en 2010.

12. Voir sur point la sous-section 4.3.3.

« piratés », au grand dam des éditeurs, producteurs et maisons de disques menacés de faillite. On considère que les échanges de fichiers P2P consomment la majorité de la bande passante d'Internet.

Les nouvelles formes de mémoire collective dont je viens de donner quelques exemples ont au moins quatre traits en commun.

1) Du point de vue des utilisateurs, elles sont d'emblée mondiales ou dissociées de tout point d'ancrage territorial, même si elles reposent évidemment sur des infrastructures techniques (réseaux, immenses centres de calcul) situées sur la surface terrestre. C'est ce qu'on appelle l'informatique « dans les nuages » (*cloud computing*).

2) Elles sont égalitaires, non hiérarchiques et inclusives au sens où auteurs-créateurs, lecteurs-spectateurs, critiques-commissaires d'exposition et documentalistes-organiseurs peuvent échanger leurs rôles ¹³.

3) Elles sont ouvertes, au sens où elles permettent l'interaction en temps réel, l'accès et la manipulation directe.

4) Elles posent enfin les bases d'une forme (certes encore limitée) d'intelligence collective participative par l'intermédiaire d'une conversation créatrice dont j'ai tracé les grandes lignes au chapitre 4.

Si l'on multiplie la capacité de manipulation automatique des agents logiciels par l'ubiquité et l'interconnexion de la mémoire numérique, on obtient la puissance possible de l'intelligence collective des communautés en ligne. Mais cette puissance n'est encore que possible, pour les raisons que je vais maintenant expliquer. En effet, d'importants obstacles empêchent les conversations créatrices d'exploiter pleinement les potentialités techniques du médium numérique. Ces obstacles peuvent être décomposés en trois sous-groupes interdépendants : (1) le cloisonnement des systèmes symboliques, (2) le caractère non computable - ou faiblement computable - de ces systèmes et (3) l'opacité entretenue par les grandes entreprises oligopolistiques qui contrôlent dans les faits l'accès à la mémoire commune.

12.2.4. Le cloisonnement des systèmes symboliques

Le premier obstacle concerne la multiplicité et le cloisonnement des systèmes symboliques. A ce sujet, il est nécessaire de distinguer entre données et métadonnées. Les données désignent les documents archivés (textes, images, sons, programmes, revues, livres, disques, films, numérisés ou non) tandis que les métadonnées sont les annotations ajoutées aux documents afin de les organiser, de les retrouver et de les filtrer

13. Dans les faits, bien entendu, certains acteurs émettent plus que d'autres ou sont plus influents que d'autres. Je ne parle ici que de l'organisation générale du dispositif de communication qui n'offre aucun privilège ou monopole *a priori* à certaines professions ou à certaines institutions.

(abstracts, mots-clés, sujets, évaluations, etc.). Du côté des données, pour commencer, il existe un grand nombre de langues naturelles et l'on ne dispose toujours pas de systèmes de traduction automatique à la fois généralistes et fiables pour passer de l'une à l'autre. Du côté des métadonnées, le problème de la multiplicité des systèmes de rangement s'ajoute à celui de la multiplicité des langues. Au cours des XIX^e et XX^e siècles, en effet, de nombreux systèmes d'indexation et de catalogage ont été mis au point par les bibliothécaires et documentalistes. J'ai évoqué plus haut le système décimal et hiérarchique de Dewey, la classification à facettes de Ranganathan ou l'essai prémonitoire de classification hypertextuel d'Otlet¹⁴. A l'époque de leur conception, tous ces systèmes étaient essentiellement destinés à gérer des collections de documents matériels dans des bâtiments physiques. Tant que les collections des bibliothèques et centres de documentation restaient séparés par d'importantes distances géographiques (et culturelles) la diversité des systèmes de classement ne posait pas trop de problèmes pratiques. Mais à l'heure de la convergence en ligne des mémoires géographiquement dispersées, l'absence d'harmonisation se fait douloureusement sentir. Indépendamment des langages documentaires utilisés par les administrateurs de collections importantes, chaque culture, chaque tradition intellectuelle, chaque discipline, voire même chaque théorie propose sa terminologie et sa classification des concepts. Or le mode d'organisation des « sujets » ou des concepts - tout comme la langue elle-même - est une dimension essentielle de la pensée. Il ne peut donc être question d'imposer à qui que ce soit une quelconque classification uniforme pour faciliter les recherches en ligne et encore moins d'imposer l'anglais comme langue unique. C'est pourquoi je fais l'hypothèse que la solution ne peut venir que d'un métalangage capable de coder la diversité des langues ou, si l'on veut, d'un système de coordonnées sémantique universel où puissent se projeter autant de classifications différentes que l'on voudra.

12.2.5. *L'incomputabilité des systèmes symboliques*

Le second sous-groupe d'obstacles concerne les difficultés rencontrées par l'ingénierie informatique à prendre en compte la signification des documents au moyen de méthodes générales. Il est bien connu que, dans l'usage réel des langues naturelles, il existe une grande variabilité grammaticale (qui fait partie de la vie normale des langues), que les mots ont plusieurs sens et que des expressions différentes peuvent avoir des significations très proches, sans parler des différences d'interprétation selon les contextes. De ce fait, les principaux procédés d'analyse automatique des textes en langues naturelles reposent essentiellement sur des bases *statistiques*, ce qui signifie que des traitements algébriques ou topologiques du sens - plus fiables - sont à l'heure actuelle largement hors de portée.

14. Voir la sous-section 4.3.2.

A titre de comparaison, le système de notation des nombres par position (que ce soit en base 10, en base 2 ou autre) permet une interprétation universelle et univoque du sens de chaque chiffre en fonction de la place qu'il occupe dans une expression. Le concept correspondant à la séquence des chiffres (le nombre) peut donc se déduire automatiquement de cette séquence. En revanche, la notation alphabétique des mots en langues naturelles aboutit à des codes arbitraires - des chaînes de caractères - qu'il est toujours possible de comparer ou de lier à d'autres chaînes de caractères (d'autres mots ayant le même sens, par exemple), mais sans que les caractères ou leur disposition respective puissent être *directement* interprétés sur un plan sémantique. En effet, les symboles élémentaires représentent ici des sons et non des éléments de signification. En somme, pour les automates manipulateurs de symboles, les nombres notés dans l'idéographie indo-arabe sont directement accessibles (ou transparents), tandis que les expressions des concepts en langues naturelles - notées en caractères alphabétiques - sont sémantiquement opaques. Le cloisonnement et la faible computabilité des systèmes symboliques opposent un redoutable obstacle à l'idéal de « l'interopérabilité sémantique », selon l'expression des ingénieurs informaticiens. Mais l'opacité du Web tient également à des facteurs qui ne sont pas tous d'ordre techno-scientifique.

12.2.6. *L'opacité du Web*

Il n'est pas question ici de nier le service rendu aux internautes par les moteurs de recherche commerciaux. Je voudrais simplement souligner ici les limites de ce service. Je rappelle pour commencer que Google, Bing ou Yahoo n'atteignent qu'environ 25% de la masse documentaire du Web. Le reste est nommé « deep Web » par les spécialistes de la recherche d'information. En outre, les moteurs commerciaux basent leurs recherches sur des chaînes de caractères et non sur des concepts¹⁵. Par exemple, lorsqu'un utilisateur y entre la requête « chien », ce mot est traité comme la suite de caractères « c, h, i, e, n » et non pas comme un concept traductible en plusieurs langues (dog, kelb, perro, cane, etc.), appartenant par exemple à la sous-classe des mammifères et des animaux domestiques, et constituant par exemple la superclasse des bull-dogs et des caniches... Non seulement les grands moteurs commerciaux ne permettent pas de chercher à partir de concepts (au lieu de mots en langues naturelles), mais ils sont en outre incapables de s'adapter à des perspectives singulières

15. La récente prise en compte des métadonnées utilisant la norme RDFa par plusieurs grands moteurs de recherche ne résout que très partiellement ce problème, comme on le verra. D'autre part, les moteurs « sémantiques » (comme Powerset, Hakia, etc.) mobilisant des algorithmes de traitement des langues naturelles ne traitent généralement *que l'anglais*, et cela de manière fort imparfaite. Le rachat de Metaweb (qui organise notamment la base de données Freebase avec les outils - RDF, OWL - du Web des données) par Google laisse présager un tournant « sémantique » de Google, mais dans le paradigme limité de l'IA classique, voir ma critique (constructive) de l'IA au chapitre 8.

¹⁶, d'ordonner les résultats selon des critères variés au choix de l'utilisateur, d'attribuer une valeur à l'information, etc. Leurs algorithmes de recherche sont uniformes et statiques. Pour couronner le tout, ils manquent notoirement de transparence, puisque leurs algorithmes de recherche sont des secrets commerciaux. Leur principale visée est de faire rendre aux clics de l'internaute le maximum de redevances publicitaires. Tout cela explique pourquoi il est beaucoup plus facile d'obtenir un résultat pertinent lorsque l'on sait ce que l'on cherche que lorsqu'on veut se livrer à une activité d'exploration dans la masse d'information disponible. La liberté et la transparence sont d'autant moins au rendez-vous que les grandes entreprises du Web Consortium (Google, Yahoo, Microsoft, AOL, etc.) et les chefs de file des médias sociaux (Facebook, Twitter, MySpace, etc.) exercent, par l'intermédiaire de leurs immenses bases de données distribuées, un puissant contrôle sur les services de recherche. Ce contrôle leur donne la possibilité d'exercer une censure sur certaines données ou de biaiser les résultats des fouilles. Finalement, leurs services centralisés de moteurs de recherche, de messagerie et de réseaux sociaux permettent à un petit groupe d'entreprises oligopolistiques de revendre - uniquement à des fins de marketing - l'immense quantité d'information produite par les internautes au cours même de leur activité. Autrement dit, les internautes contemporains sont dépossédés de l'information qu'ils produisent en masse et qu'ils pourraient utiliser au profit de leurs intelligences collectives et du développement humain en général.

12.2.7. Une matrice inachevée

En somme, l'information et ses agents de traitement automatique sont en voie d'unification matérielle dans une mémoire virtuelle commune à l'ensemble de l'humanité, mais comme les barrières, cloisonnements et incompatibilités sémantiques ne sont aujourd'hui que très partiellement levées, la croissance de l'intelligence collective, quoique déjà remarquable, reste bien en deçà de ce qu'elle pourrait être. Mais faut-il s'en étonner ? L'immense majorité des systèmes de codage du sens aujourd'hui disponibles ont été inventés et raffinés bien avant l'existence du médium numérique. Et ce médium lui-même n'existe en fait pour le public mondial que depuis moins d'une génération. Le support techno-symbolique de la nouvelle matrice culturelle est inachevé. Les promoteurs d'un usage optimal de la mémoire commune au service des conversations créatrices et du développement humain sont donc confrontés au problème d'inventer, d'adapter et de perfectionner *une nouvelle génération de systèmes symboliques* qui soit au diapason de l'unité de la mémoire et de la puissance de traitement désormais disponible. Afin de mettre en perspective ma solution à ce problème, je vais maintenant décrire l'état du chantier de construction du médium numérique, chantier où s'édifie progressivement la matrice techno-symbolique de la société du savoir et de son économie de l'information.

16. Les algorithmes de recherche et de *page ranking* ne sont pas personnalisables.

La structure fondamentale de la mémoire collective en ligne contemporaine peut être analysée en une série articulée de couches d'adressage. Ces différentes couches du médium numérique ont été développées successivement dans le temps et chacune d'elle a besoin de l'existence des précédentes pour fonctionner. La première couche (celle des systèmes d'exploitation des ordinateurs) adresse les bits élémentaires d'information au niveau physique des circuits et des supports matériels des automates manipulateurs de symboles. La seconde couche (celle de l'Internet) adresse les automates qui reçoivent, manipulent et émettent les informations numérisées dans le réseau de communication du cyberspace. La troisième couche (celle du Web), adresse les pages des documents et bientôt les données à partir desquelles ces pages sont composées. Le système d'adressage du Web permet de tisser entre les données des liens hypertextuels. Comme le lecteur le sait déjà, je pense qu'il devient maintenant nécessaire de mettre en œuvre une quatrième couche d'adressage : un système de coordonnées capable de baliser mathématiquement un espace sémantique universel et pratiquement infini. Cette quatrième couche d'adressage permettra d'adresser, de manipuler et d'évaluer les données de manière automatique *à partir des métadonnées sémantiques qui les représentent*, tout en ouvrant la voie à une multitude indéfinie de perspectives sémantiques et de jeux d'économie de l'information (ou jeux d'interprétation collective). Pour les besoins de la démonstration, l'approche ici proposée met l'accent sur les dimensions logique et symbolique du médium numérique plus que sur ses supports matériels.

12.3. L'évolution des couches d'adressage du médium numérique

12.3.1. *L'ère des gros ordinateurs (adressage des bits)*

Tout l'édifice du médium numérique repose sur la logique mathématique et le codage binaire des informations qui ont été stabilisés au milieu du XX^e siècle. Au plan conceptuel, les deux principales composantes d'un ordinateur sont sa mémoire et son processeur. Le processeur lit, écrit et efface des informations dans la mémoire. De ce fait, le système d'adressage de la mémoire est essentiel au fonctionnement des automates logiques. Ce sont généralement les systèmes d'exploitation des ordinateurs qui gèrent les adresses physiques dans la mémoire.

Entre 1950 et 1970, les ordinateurs ne sont encore manipulés que par des spécialistes. La communication avec les machines passe par le maniement de langages de programmation complexes, sur un plan logico-symbolique, et par des cartes ou rubans perforés ainsi que par des systèmes d'impression rudimentaires, sur le plan physique. Les principaux utilisateurs sont les grandes entreprises et les administrations publiques des pays riches pour le calcul scientifique, les statistiques et la comptabilité. L'informatique de cette époque est centralisée, centralisatrice et dominée par les grands constructeurs de matériels (IBM).


Web <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">1995</div>	<u>Connexions entre données</u> Uniform Resource Locator = http:// adresse des données. <i>Moteurs de recherches centralisés. Navigateurs. Media sociaux</i> Sphère publique mondiale hypermédia.
Internet <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">1980</div>	<u>Connexions entre automates</u> Internet Protocol = adresse des automates logiques. <i>Routeurs. Applications pour ordinateurs personnels</i> Informatique personnelle. Communautés virtuelles.
Automates logiques <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">1950</div>	<u>Manipulation automatique de symboles</u> Système d'exploitation = adresse des bits. <i>Langages de programmation</i> Augmentation des traitements arithmétiques et logiques.

Figure 12.2 – Les trois premières couches d'adressage du médium numérique

Le développement de l'informatique à partir des années 1950 a créé les conditions techniques d'une augmentation remarquable des traitements arithmétique et logique de l'information. Héritée des origines, la couche d'adressage des bits d'information sur un support matériel est évidemment toujours présente aujourd'hui et constitue la base du médium numérique. Au niveau des machines qui composent les nœuds du grand réseau, cet adressage est géré de manière décentralisée par divers systèmes d'exploitation informatiques (tels que Unix, Windows, MacOS, etc.) et utilisé par les logiciels d'application.

12.3.2. L'ère des ordinateurs personnels et de l'Internet (adressage des automates)

Avec la production en masse et la baisse de coût des microprocesseurs, les années 1980 et le début des années 1990 sont le théâtre de profonds bouleversements dans l'univers du calcul automatique. Grâce à de nouvelles interfaces de communication (icônes, souris, multifenêtrage...) entre le cœur des machines et les utilisateurs, grâce aussi à la commercialisation de programmes d'application adaptés aux besoins des utilisateurs, des non-spécialistes commencent à manipuler les machines et les données sans savoir programmer. Les PC deviennent le support de plus en plus obligé du calcul des budgets comme de la création et de la publication de textes, d'images et de musique. Les applications ludiques et éducatives se multiplient. Cette époque de décentralisation de l'informatique est dominée par les compagnies qui conçoivent l'expérience interactive des utilisateurs (Microsoft, Apple). Les scientifiques, les professionnels, la jeunesse urbaine et les employés de bureau des pays riches prennent possession de la puissance informatique. Parallèlement, les ordinateurs personnels et les serveurs d'information commencent à s'interconnecter dans une foule de réseaux

que l'Internet va fédérer. L'informatique devient un médium de communication ou de collaboration et les communautés virtuelles commencent à se multiplier. Un puissant mouvement de numérisation de l'information in  convergence entre les domaines jusque-là séparés des télécommunication, des médias et de l'informatique.

Au cours de cette période, une nouvelle couche d'adressage universelle est adoptée. Afin de pouvoir échanger des informations avec d'autres ordinateurs, chaque serveur d'information possède désormais une adresse attribuée selon le protocole universel de l'Internet. Les adresses IP (Internet Protocol) sont exploitées par le système de routage - ou de commutation - de l'information qui fait fonctionner l'inter-réseau. Dans les années 1980, les principales utilisations de l'Internet sont le courrier électronique, les forums de discussion, le transfert de fichiers et le calcul à distance : le Web n'existe pas encore.

12.3.3. *L'ère du Web (adressage des données)*

La petite équipe réunie autour de Tim Berners-Lee au CERN au tournant des années 1990 a réussi à donner une expression technique au projet caressé de longue date par des visionnaires comme Vannevar Bush, Douglas Engelbart ou Ted Nelson qui avaient prévu l'interconnexion des documents numériques par des liens hypertextuels, quelle que soit leur localisation physique.

Le secret, simple dans son principe, de cet exploit technique réside - une fois encore - dans un système universel d'adressage. Après l'adressage des bits dans la mémoire des ordinateurs qui fonde l'informatique et l'adressage des serveurs dans le réseau qui fait fonctionner l'Internet, la troisième couche du médium numérique, le World Wide Web, adresse les pages des documents ou, d'ailleurs, n'importe quelle autre ressource d'information. L'adresse d'une page est appelée une URL (*Uniform Resource Locator*) et les liens entre documents sont traités par la norme HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). Les navigateurs et les moteurs de recherche seraient évidemment dans l'incapacité de traiter de manière standard les liens hypertextes si leurs pages d'origine et d'arrivée n'étaient pas adressées selon un protocole universel. Notons que la norme HTML (*Hypertext Mark-up Language*) permet l'affichage graphique des pages indépendamment des multiples systèmes d'exploitation et logiciels de navigation utilisés par les internautes.

La généralisation du Web à partir de 1995 facilite l'éclosion de la sphère publique mondiale multimédia que nous voyons se développer au début du XXI^e siècle. S'appuyant sur les communications à haut débit, les technologies sans fil et les gadgets portables de toutes sortes, cette nouvelle sphère publique favorise notamment l'explosion du commerce électronique, la crue des réseaux sociaux en ligne, le développement d'environnements virtuels ludiques massivement multi-joueurs et la généralisation des techniques de gestion collaborative des connaissances dans l'enseignement comme dans les entreprises.


Après le mouvement décentralisateur de l'ère des PC et de l'Internet, l'ère du Web témoigne d'une nouvelle phase de centralisation. Les services de recherche d'information (Google, Bing de Microsoft, Yahoo), de mise en contact des personnes (téléphonie sans fil, grands médias sociaux comme Facebook ou Twitter) et de vente (E-Bay, Amazon) sont concentrés entre les mains de quelques grandes entreprises qui disposent d'immenses centres de calculs. Ces véritables usines informationnelles - le nouveau *hardware* de l'informatique dans les nuages - rassemblent des centaines de milliers d'ordinateurs interconnectés dans des bâtiments sous haute surveillance qui consomment l'énergie de petites centrales électriques. Dans la pratique, l'immense domaine en expansion de la mémoire mondiale en ligne est donc exploitée par des « ordinateurs centraux » d'un nouveau genre. Dispersés dans le monde pour être au plus près de la demande, ces centres de calcul sont directement branchés sur les canaux principaux de l'Internet et ils sont capables de traiter des masses vertigineuses d'information.

La troisième couche du médium numérique est encore enrichie par un ensemble de techniques que ses promoteurs - principalement Tim Berners-Lee et ses collaborateurs du World Wide Web Consortium - appelaient le « Web sémantique » il y a quelques années et qu'ils appellent maintenant le *Web des données* ¹⁷. J'ai discuté dans un récent article le Web des données, ses formats (XML, RDF) et son langage de description d'ontologies (OWL) ¹⁸. Qu'il me suffise de dire ici que, du point de vue où je me place - et comme l'affirme lui-même Tim Berners-Lee - le Web des données est un perfectionnement ou un achèvement du World Wide Web et non pas une nouvelle couche fondamentale du médium numérique. En effet, ce sont toujours les bons vieux URL¹⁹ qui forment le système d'adressage fondamental du Web des données. Or les URL sont, par construction, *opaques* ²⁰. Ils fonctionnent comme des adresses physiques dans un réseau de télécommunication ou comme des codes d'accès aux informations d'une base de donnée distribuée et non pas comme des variables sémantiques cohérentes d'un groupe de transformation. *C'est l'axiomatique même du Web qui impose l'absence de rapport essentiel entre adresse Web et signification.*

Sphère sémantique 2015	<u>Connexions entre idées</u> Uniform Semantic Locator = *adresse des concepts** en IEML <i>Systèmes de gestion personnelle des connaissances.</i> <i>Jeux d'interprétation collective</i> Mémoire herméneutique mondiale perspectiviste.
Web 1995	<u>Connexions entre données</u> Uniform Resource Locator = http:// adresse des données. <i>Moteurs de recherches centralisés. Navigateurs. Médias sociaux</i> Sphère publique mondiale hypermédia.
Internet 1980	<u>Connexions entre automates</u> Internet Protocol = adresse des automates logiques. <i>Routeurs. Applications pour ordinateurs personnels</i> Informatique personnelle. Communautés virtuelles.
Automates logiques 1950	<u>Manipulation automatique de symboles</u> Système d'exploitation = adresse des bits. <i>Langages de programmation</i> Augmentation des traitements arithmétiques et logiques.

Figure 12.3 – Couches d'adressage de l'Hypercortex

12.3.4. L'ère de la sphère sémantique (adressage des idées)

Concernant le médium numérique, la seule certitude que nous ayons est que son histoire ne fait que commencer. Rien ne permet d'estimer, en effet, que la base technologique  la nouvelle matrice culturelle, qui a été brossée à grands traits au chapitre précédent, se trouve dans un état définitif. Le codage numérique, certes fondamental, n'est que la première couche d'une gigantesque pyramide de codes, de normes, de langages et d'interfaces superposés qui relie les circuits électroniques (et bientôt optiques ou bio-électroniques) aux utilisateurs humains. Ce mille-feuilles de transcodage est probablement fort loin de son achèvement. Paradoxalement, au moment où se confirment la croissance et la diversification des usages du médium numérique,

17. Ou *linked data* en anglais.

18. Voir [LVY 2010a].

19. Je n'entrerai pas dans cet ouvrage sur la subtile distinction entre URL et URI (que l'on pourra approfondir auprès des spécialistes du Web des données ou en consultant les documents du WC3 comme : <http://www.w3.org/TR/uri-clarification/>) et je parlerai toujours des URL.

20. Voir le document fondamental du WWW consortium à ce sujet : <http://www.w3.org/DesignIssues/Axioms.html#opaque>. Je n'entre pas ici dans la discussion subtile entre URL et URI.

l'ingénierie logicielle (qui excelle aujourd'hui dans le design d'interfaces et d'applications) peine à renouveler ses *concepts fondamentaux*. Les problèmes afférents à la complexité du sens et de son interprétation - qui sont parmi les objets classiques des sciences humaines - ne peuvent plus être contournés par les bâtisseurs du nouvel espace de communication mondial. Il se pourrait donc que l'initiative de la construction du médium numérique puisse passer - au moins partiellement - aux intellectuels entraînés aux sciences de l'homme et de la société. Après tout, la logique incorporée dans les programmes informatiques et les circuits électroniques a commencé par être formalisée par les philosophes, au premier rang desquels Aristote. Or nous avons vu que les raffinements de la sémantique (plus subtils encore que ceux de la logique) peuvent à leur tour être formalisés sur un mode mathématique ! Et qui mieux que les chercheurs en sciences humaines (avec l'aide des informaticiens) sont capables de s'attaquer à la tâche d'une cartographie scientifique des phénomènes socio-sémantiques ?

Pour compléter le système d'adressage *opaque* des *données* qu'est le Web, je propose donc la construction d'un système d'adressage *transparent* des *métadonnées* à partir de la grille fournie par la sphère sémantique STAR-IEML. On voit sur la figure 12.3 comment les *USL* (*Uniform Semantic Locators*) de la sphère sémantique font pendant aux *URL* (*Uniform Resource Locators*) du Web. Il ne s'agit donc pas de *remplacer* le Web, puisqu'il sera toujours indispensable d'adresser les données dans le médium numérique, mais d'*ajouter* une nouvelle couche d'adressage - un protocole public et transparent - qui permettra d'interpréter et d'utiliser les données du Web beaucoup mieux que nous ne le faisons aujourd'hui.

Coordonnés par la sphère sémantique, l'ensemble des automates manipulateurs de symboles interconnectés par l'Internet et l'ensemble des données interconnectés par le Web entreraient dans une forme de synergie supérieure, qualitativement différente de celle qu'ils connaissent aujourd'hui. L'ajout de cette quatrième couche d'adressage ferait franchir au médium numérique le seuil à partir duquel il pourrait commencer à réfléchir nos intelligences collectives sur un mode scientifique. Avec l'*Hypercortex* adressé par IEML, le médium numérique arrive à maturité.

12.4. Entre le Cortex et l'Hypercortex

12.4.1. *Parallélisme entre le Cortex et l'Hypercortex*

Pour mettre en perspective la fonction anthropologique de l'Hypercortex qui émergera bientôt de l'évolution culturelle, je vais le comparer au Cortex humain issu de l'évolution biologique.

On l'a vu dans la première partie de cet ouvrage, la cognition humaine articule une expérience sensori-motrice du monde phénoménal (commune à tous les animaux pourvus d'un système nerveux) à une pensée discursive basée sur la manipulation de

symboles. On peut assimiler l'expérience phénoménale à une connaissance de type implicite, ou opaque, et sa traduction créative dans les termes de systèmes symboliques à une connaissance de type explicite, transparente. Dans la mesure où elle est symbolisée (explicitée), la connaissance peut être partagée et transformée plus facilement que la connaissance (opaque) incorporée dans l'expérience phénoménale. Supportée par le Cortex humain qui émerge de l'évolution biologique, la dialectique entre expérience phénoménale et symbolisation discursive rend compte de la forme originale de notre intelligence. C'est grâce à ce moteur de transformation réciproque entre perception implicite et langage explicite que nous pouvons coordonner socialement nos processus cognitifs de manière plus efficace que les autres animaux sociaux et partager une mémoire culturelle. La représentation symbolique des catégories qui organisent notre expérience nous ouvre à une dimension de réflexivité inconnue des animaux : nous pouvons nous représenter à nous-mêmes nos propres processus cognitifs, reconnaître nos ignorances et poser des *questions*. Nous pouvons aussi nous figurer les processus cognitifs des autres, imaginer leur subjectivité, négocier le sens de situations communes, nous entendre sur des normes de raisonnement et d'interprétation. Nous sommes capables de *dialogue*. Finalement, nos capacités narratives nous permettent de produire et de recevoir des modèles spatio-temporels complexes des phénomènes, des récits où des acteurs (sujets grammaticaux) font subir diverses transformations (verbes) à des objets en un complexe entrecroisement de séquences causales et de citations en cascades. Nous produisons tous des récits différents de nos vies et des environnements où elles se déroulent, mais la *puissance narrative* est universelle dans l'espèce humaine.

Assimilons maintenant l'immense masse des données numériques multimédia interconnectées qui oscille et fluctue dans le Web à l'expérience phénoménale ou au savoir implicite qu'abrite un vaste Hypercortex techno-culturel. Le Web forme sans doute un hypertexte mais il s'agit d'un hypertexte opaque, fragmenté entre langues, classifications, ontologies et plates-formes commerciales, un hypertexte dont les nœuds ne sont en fin de compte que des adresses physiques. *Si* nous voulons utiliser le Web pour coordonner nos intelligences collectives et partager nos mémoires culturelles à une nouvelle échelle ; *si* nous voulons nous représenter plus clairement qu'aujourd'hui les opérations de nos processus de cognition sociale, repérer les zones aveugles de nos savoirs et augmenter nos capacités de questionnement critique ; *si* nous voulons avancer vers une meilleure intercompréhension culturelle et cultiver l'efficacité de nos conversations créatrices ; *si* nous voulons enfin démultiplier nos capacités de construire et d'interpréter les récits à support numérique en utilisant la puissance de calcul disponible, *alors* il nous faut compléter le médium numérique par une nouvelle couche d'adressage et de calcul sémantique. Cette nouvelle couche traduira de manière créative le contenu de savoir réel mais implicite (son interconnexion est opaque) du Web d'aujourd'hui en un contenu de savoir dont le sens explicite soit transparent à la manipulation automatique de symboles (l'hypertexte transparent des *USL* de la figure 12.4, coordonné par la sphère sémantique IEML). La manipulation symbolique

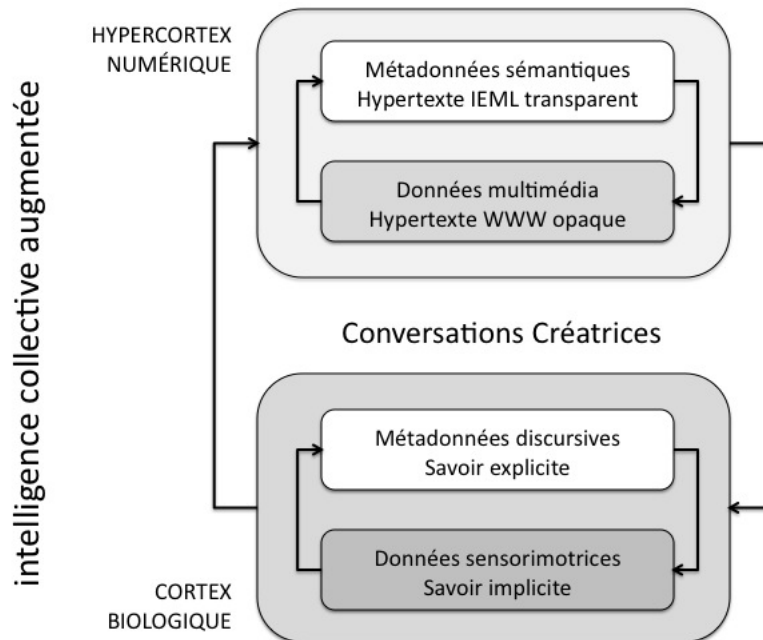


Figure 12.4 – Augmentation du Cortex par l'Hypercortex

basée sur l'explicitation des catégories est le « truc », la puissance propre, de l'espèce humaine. Il s'agit simplement ici d'utiliser le même vieux truc mais sur un autre plan, au méta-niveau du traitement automatique d'informations sémantiques dans une mémoire universelle et ubiquitaire.

De même que le secret du Cortex biologique humain réside dans une dialectique entre expérience phénoménale et pensée discursive, le secret de l'Hypercortex numérique se trouve dans une correspondance réciproque entre réseaux opaques de données multimédia et circuits transparents de métadonnées sémantiques. Comme la pensée discursive ne peut s'exprimer que sous forme phénoménale (les signifiants des symboles sont des classes de sons, d'images...), le processus de calcul sur les métadonnées sémantiques devra forcément s'incarner en calcul sur des données : de nouveau, le système d'adressage du Web tel qu'il existe aujourd'hui sera *toujours* nécessaire, y compris au titre de support « physique » du mécanisme sémantique. De couches d'adressages en couches d'adressages, la sphère sémantique repose sur le Web, qui

repose sur l'Internet, et l'Internet lui-même interconnecte les automates physiques dont les systèmes d'exploitations adressent les bits ²¹.

Quel sera le degré d'autonomie du nouvel Hypercortex ? Je n'ignore pas que les récits de science-fiction et la perspective d'une « singularité » à la Kurzweil évoquent souvent dans l'esprit du public la menace d'une autonomisation des machines intelligentes. J'évoquerai plus longuement ce point par la suite ²², mais il me faut signaler dès maintenant que, dans les premières décennies du développement de l'informatique, la totalité des journalistes et la plupart des scientifiques ne parlaient que *d'intelligence artificielle* et de machines autonomes. Seuls quelques rares visionnaires (comme Douglas Engelbart et Joseph Licklider) préparaient dans l'indifférence générale *l'intelligence et la collaboration augmentée* qui allaient suivre. De fait, le développement effectif du médium numérique a fait surgir un nouvel univers de communication et de création culturelle plutôt que des intelligences artificielles (sauf si l'on appelle « intelligence artificielle » n'importe quel automate de manipulation symbolique). L'Hypercortex qui vient est technoculturel et socio-sémantique. Il n'a aucune existence séparée en dehors de son lien avec le Cortex biologique. Certes, la production et l'interprétation des données seront *augmentés* par des automates symboliques, programmes eux-mêmes supportés par des machines physiques. Mais ce seront toujours des humains vivants - animés par leur expérience phénoménale et mus par une pensée discursive infiltrée d'émotions - qui liront, écriront et programmeront, qui s'exprimeront et interpréteront les messages de leurs congénères, qui entretisseront les univers virtuels multimédia de la culture et les territoires spatio-temporels de la nature. Bien plus, l'imposition de métadonnées sémantiques aux données du Web, tout comme la traduction de ces métadonnées en images multimédia, relèveront évidemment de *l'interprétation*. Cette interprétation pourra être automatisée, mais elle pourra l'être de toutes les manières imaginables, selon les besoins, les désirs et les orientations de communautés fort diverses. Ce sont les processus de conversation créatrice qui organiseront la relation entre les Cortex biologiques des individus et l'Hypercortex numérique de l'espèce. Ce sont encore les *conversations créatrices* qui articuleront le réseau (opaque) des données du Web et les circuits (transparents) des métadonnées de la sphère sémantique.

12.5. Vers un observatoire de l'intelligence collective 12.3

Dans la représentation proposée par la figure 12.2 l'Hypercortex se développe dans le temps, émergeant d'un empilement de couches d'adressage successives. Dans la figure 12.4, l'accent est mis sur la symétrie de structure entre la cognition corticale et la cognition hypercorticale ainsi que sur le rôle central des conversations créatrices

21. Voir la figure 12.2.

12.3

22. Voir la section 8.2.

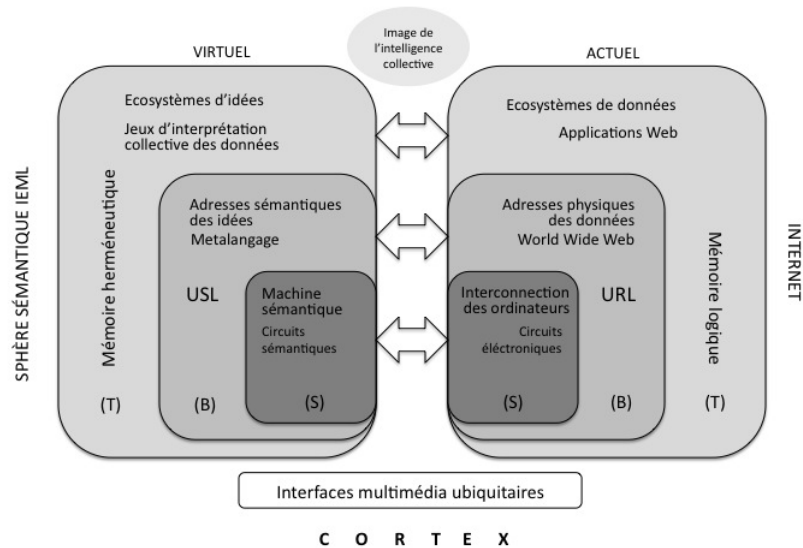


Figure 12.5 – Modèle de l'Hypercortex

dans le pilotage de la relation entre le Cortex et l'Hypercortex. Je voudrais maintenant présenter, à partir de la figure 12.5, un troisième point de vue sur l'Hypercortex : celui des conditions nécessaires à la construction d'un miroir de l'intelligence collective.

L'Hypercortex est ici représenté comme un observatoire ou un miroir de la cognition corticale. On peut se représenter le miroir dans son ensemble comme une articulation de deux sphères : la sphère logique (Internet) et la sphère sémantique IEMIL. Sur un plan matériel, l'existence d'Internet est évidemment nécessaire au fonctionnement de la sphère sémantique. Les circuits sémantiques sont simulés par les circuits électroniques coordonnés par l'Internet. Les unités d'information sémantique (modélisations IEMIL des idées) accouplent des URL à des USL et, finalement, les *jeux d'interprétation collective* des données de la mémoire herméneutique sont mis en œuvre par des applications Web.

12.5.1. Les interfaces sensorimotrices

Le médium numérique contemporain (2011) correspond en gros à ce que l'on pourrait appeler la sphère logique. Cette sphère est basée sur le codage numérique, la disponibilité d'automates logiques capables d'opérer sur des données codées en binaire,

la communication universelle de ces automates par l'Internet et finalement l'adressage universel des données par le Web. J'ai défini plus haut cette sphère logique universelle par quelques propriétés caractéristiques fondamentales, que je rappelle ici. Elle permet d'abord la manipulation automatique de symboles et - par voie de conséquence - la manipulation automatique de *données numériques multimédia* de tous types. Il faut ensuite remarquer que ces données peuvent être interconnectées, agrégées et discriminées à volonté. Finalement, aussi bien les données multimédia interconnectées que la puissance de calcul sont maintenant disponibles de manière *ubiquitaire* moyennant toutes sortes d'interfaces non invasives (*pervasive computing*, gadgets sans fil de toutes sortes, réalité augmentée). Il ne fait donc pas de doute que le médium numérique possède la capacité technique de renvoyer aux conversations créatrices aussi bien qu'aux individus qui participent à ces conversations, des images personnalisées et calculées en temps réel des sujets ou des processus qui les intéressent. C'est par l'intermédiaire de la sphère logique de l'Internet et de ses *interfaces sensori-motrices* que l'Hypercortex s'articulera aux corps humains, et donc au Cortex.

12.5.2. *La machine sémantique IEML*

La sphère sémantique correspond à ce que j'ai appelé la quatrième couche de codage du médium numérique. Cette sphère sémantique est elle-même générée par la machine sémantique IEML. On peut visualiser cette machine comme l'araignée mécanique abstraite capable de tisser et de parcourir la sphère sémantique. On a vu plus haut que cette machine pouvait se décomposer (1) en machine textuelle basée sur IEML, (2) en moteur linguistique basée sur le dialecte STAR et finalement (3) en machine conceptuelle capable de tracer et de mesurer des circuits dans la sphère sémantique. Considérons les nœuds de la sphère sémantique (les *USL* traduits en langues naturelles) et leurs relations comme les *variables* d'un système algébrique de transformations symétriques. La machine conceptuelle peut alors se définir comme l'ensemble interopérable des *automates capables de manipuler ces variables*. On ne s'étonnera pas de trouver au cœur d'un dispositif de réflexion une machine capable de mettre en œuvre un système d'opérations symétriques.

12.5.3. *La sphère sémantique*

La machine sémantique modélise le cœur de la faculté symbolique humaine : les fonctions sémantiques, qui permettent de manipuler des concepts explicites. Tissée par la machine sémantique, la sphère sémantique coordonne l'univers des concepts. La démonstration mathématique du caractère effectivement implémentable de la machine sémantique prouve aussi la possibilité de simuler la sphère sémantique.

Qu'on se représente un immense circuit fractaloïde dont les carrefours (les *USL*)²³ et les canaux (les relations sémantiques) sont traduits en langues naturelles. Cet hypertexte transparent au calcul localise le monde des idées dans un unique *système de coordonnées sémantique*. La cognition symbolique relève dès lors d'une *nature* pratiquement infinie, cohérente, describable par des fonctions calculables qui combinent - autant que possible - les opérations de groupes de transformations. Elle devient donc connaissable sur un mode scientifique.

Les *USL* traduits en langues naturelles sont les nœuds densément interconnectés d'une monadologie conceptuelle. Chaque *USL* représente un concept qui se définit formellement par ses relations ou liens sémantiques avec les autres concepts. L'ensemble des liens sémantiques entre les *USL* forme la topologie d'un cosmos consistant. La sphère sémantique code une quantité immense (dépassant les capacités d'enregistrement de l'univers physique) de concepts distincts et de relations sémantiques entre ces concepts. Aussi bien les *USL* (représentant les concepts) que les *circuits sémantiques* entre les *USL* appartiennent à un même système de transformations algébriques et forment donc les variables d'une diversité illimitée de fonctions calculables par la machine sémantique. Les transformations et chemins dans l'univers des concepts ainsi modélisé ont vocation à figurer les mouvements de la pensée discursive.

12.5.4. *Le métalangage IEML, clé de l'interopérabilité sémantique*

Le Web accueille progressivement l'ensemble de la mémoire humaine et il devient de plus en plus évident que le corpus des sciences de l'homme tend à s'identifier au contenu public du Web. La nouvelle ampleur de la mémoire nous confronte à un unique problème de coordination qui se présente sous deux faces. D'un côté, l'ingénierie rencontre un grave problème d'interopérabilité sémantique. D'un autre côté, les sciences de l'homme ont à résoudre un sérieux problème de gestion de leurs connaissances²⁴. L'existence d'un langage scientifique calculable et interopérable pour coder les concepts résoud les deux problèmes, celui de l'ingénierie sémantique et celui des sciences de l'homme, en fournissant un système de coordonnées sémantiques jusqu'à manquer. Le noyau de ce langage existe, il ne lui reste plus qu'à être développé sur les plans lexical et instrumental pour devenir pleinement opérationnel.

Le dictionnaire STAR comprend déjà 3000 termes en 2011. Ce n'est évidemment pas suffisant, mais cela prouve néanmoins que la construction d'un dictionnaire est possible. Puisque ses fondements scientifiques (mathématiques et linguistiques) sont solides, une équipe d'ingénieurs et de chercheurs en sciences humaines peut travailler en toute confiance aux développements du dictionnaire STAR et aux applications

23. *Uniform Semantic Locators*.

24. Voir notamment les chapitres 4 et 5.

informatiques qui permettront d'utiliser le métalangage. Grâce au moteur linguistique STAR, chaque expression valide d'IEML sera traduite automatiquement dans une multitude de langues naturelles. IEML pourra donc servir de *langage pivot* entre les langues, ce qui signifie que la solution du problème de l'interopérabilité sémantique est en vue. Pour les sciences humaines, la nouvelle disponibilité d'un métalangage scientifique initiera un nouveau mode de gestion des connaissances. IEML améliorera la collaboration entre les équipes de recherche travaillant selon des hypothèses, des théories ou des récits organisateurs différents. En effet, le même métalangage permet de dire une chose et son contraire, de catégoriser différemment les mêmes données et de catégoriser identiquement des données différentes. Les écoles de pensées rivales pourront donc utiliser le même langage de métadonnées sémantiques exactement comme des armées ennemies utilisent le même système de coordonnées géographiques. Si nous voulons un Hypercortex qui serve les besoins de gestion des connaissances et de coopération compétitive des sciences humaines (sciences dont le corpus de base n'est autre désormais que le Web lui-même, c'est-à-dire la mémoire logique), alors cet Hypercortex doit réfléchir l'intelligence collective humaine de tous les points de vue possibles, *tout en assurant l'interopérabilité et la comparabilité de ces points de vue.*

12.5.5. *Ecosystèmes d'idées : introduction à la mémoire herméneutique*

L'Hypercortex reflètera l'intelligence collective humaine dans des termes qui ne seront pas seulement acceptables par les sciences humaines mais également d'une manière qui perfectionnera leurs outils, méthodes et modes de collaboration sans pour autant leur imposer quelque biais épistémologique, théorique ou culturel que ce soit²⁵. J'exprime cette condition en disant que l'Hypercortex abritera une *mémoire herméneutique*. Comme on le sait, l'herméneutique est l'art de l'interprétation des textes ou des signes en général. Pour qualifier la dimension mémorielle de l'Hypercortex, j'ai choisi l'adjectif « herméneutique » afin de bien marquer sa dimension *perspectiviste*²⁶. La mémoire de l'Hypercortex accueillera *le déploiement d'une activité herméneutique ouverte* sans qu'aucune méthode d'interprétation particulière y soit imposée.

En effet, il ne peut y avoir d'intelligence sans mémoire. L'intelligence collective humaine est un dispositif de mémoire : des *traditions* culturelles (c'est-à-dire des mémoires trans-générationnelles) sont organisées par des *systèmes symboliques* tels que langues, sciences, religions, lois, règles et genres esthétiques, structures politiques, etc. C'est dire qu'une mémoire contribuant au *reflet de l'intelligence collective* ne peut se contenter d'une simple accumulation de données. Elle doit *aussi* représenter les points de vues divergents issus d'une multitude de traditions culturelles et de

25. Voir notamment le chapitre 5 sur la mutation épistémologique des sciences humaines.

26. Le perspectivisme réfère ici au sens philosophique de Leibniz ou de Nietzsche.

systèmes symboliques. Cette exigence implique une complète liberté d'interprétation des données. C'est pourquoi la mémoire herméneutique autorisera la conception de toutes sortes de fonctions de catégorisation et d'évaluation de données (fonctions de perception) ainsi que des fonctions de production et d'association d'idées (fonctions de pensée), comme d'ailleurs la composition d'une multitude de jeux d'interprétation collective combinant ces fonctions. Pour représenter la valeur ou le poids de l'énergie symbolique qui se distribue et s'échange dans les écosystèmes d'idées, les jeux d'interprétation collective modéliseront des *dynamiques de courant dans les circuits de la sphère sémantique*. La mémoire herméneutique de l'Hypercortex abritera donc une *économie de l'information sémantique* ouverte, au sens que nous avons défini au chapitre 6.

L'ouverture de la mémoire herméneutique accommode le besoin d'explorer de nouveaux points de vue sur le corpus commun et de mettre en concurrence différents modes de catégorisation, d'évaluation et d'interconnexion sémantique des données, c'est-à-dire différentes manières de connaître et d'interpréter. Ce point est aussi essentiel pour la vitalité des sciences humaines que pour la liberté de penser en général. L'adressage sémantique des données, leur évaluation, leur mise en scène théorique ou narrative sont des *constructions herméneutiques* (c'est-à-dire des interprétations), libres, plurielles et donc, comme telles, déconstructibles. Toutes les écoles de pensée pourront modéliser leurs propres univers de discours et leurs jeux d'interprétation collective dans l'Hypercortex. Il restera impossible d'*imposer* un jeu d'interprétation collective à une conversation créatrice qui voudrait en jouer un autre. Et cependant, à une plus vaste échelle, la rivalité des écoles de pensée sera mise au service de la coopération cognitive. En effet, comme les différents jeux d'interprétation collective organisant la mémoire utiliseront le même métalangage, le même terrain de jeu sémantique, il deviendra possible de *comparer* les significations, les connaissances et les effets d'orientation pratique produits par les univers de discours, les récits et les jeux en compétition.

12.6. Conclusion : computabilité et interopérabilité des fonctions sémantiques et herméneutiques.

Dans la figure 12.5 la sphère logique (Internet) et la sphère sémantique (IEML) coopèrent pour faire fonctionner l'Hypercortex.

– *La sphère logique* exerce la fonction de stockage des données, de calcul arithmétique et logique. Elle met à la disposition des utilisateurs une multitude d'interfaces sensorimotrices ubiquitaires.

– *La sphère sémantique* assure la computabilité et l'interopérabilité des fonctions sémantiques (production, connexion et transformation des concepts) et des fonctions herméneutiques (production, connexion et transformation des idées). Elle repose sur une langue artificielle générant une « topologie sémantique », c'est-à-dire un système universel de coordonnées sémantique calculables. Ce système de coordonnées

autorise la catégorisation et l'évaluation collaborative des données en fonctions d'une multitude de jeux d'interprétation collective.

L'Hypercortex reflétant l'intelligence collective humaine répond à une « déduction transcendante » des conditions de possibilité d'une modélisation scientifique de l'esprit ²⁷. La condition de possibilité la plus fondamentale de l'Hypercortex est une *machine sémantique* capable d'animer un univers de concepts. Puisque cette machine est de nature abstraite, ou formelle, son *existence* dépend de sa définition mathématique et de la preuve de la calculabilité de ses opérations. Comme j'ai formellement défini cette machine et que j'ai démontré la calculabilité de ses opérations, *alors elle existe* (formellement) ²⁸. L'existence virtuelle de cette machine nous assure que la modélisation scientifique de l'univers des idées est possible. L'amorce d'un dictionnaire multilingue STAR-IEML montre qu'il est également possible de tisser la sphère sémantique des *USL* et de traduire son grand réseau hypertextuel en langues naturelles ²⁹. Il me semble donc établi qu'IEML peut effectivement jouer le rôle de système de coordonnées sémantique pour une multitude de jeux d'interprétation collective animant un immense écosystème d'idées. J'en déduis qu'il est pratiquement faisable d'organiser les données du Web (aujourd'hui plutôt opaques) en une mémoire herméneutique perspectiviste et transparente. Il est finalement évident que, si cette mémoire herméneutique prenait forme, le médium numérique multimédia ubiquitaire pourrait renvoyer aux conversations créatives et à ses participants les images synthétiques, personnalisées et interopérables de leurs jeux d'intelligences collectives.

De nouveau, il est difficile de prévoir aujourd'hui le rythme de ces développements et toutes ses implications sur les plans scientifique et culturel. L'effort technique et organisationnel nécessaire sera certainement considérable. Mais puisque les conditions de possibilités d'un Hypercortex abritant une mémoire herméneutique existe déjà sur un plan formel et puisque le réseau de conversations créatrices qui décidera de s'engager dans cette voie d'augmentation cognitive en retirera quelque avantage en termes de *développement humain*, je prédis que le médium numérique se métamorphosera tôt ou tard en miroir scientifique de l'intelligence collective.

27. Sur les notions de transcendantal et de conditions de possibilité de la connaissance en général, voir la *Critique de la raison pure*, d'Emmanuel Kant [KAN 1787].

28. Voir le chapitre sur la topologie sémantique dans le tome 2 et, en attendant : [LVY 2010b].

29. Voir le travail en cours de construction du dictionnaire [LVY 2010c].

Chapitre 13

La mémoire herméneutique

13.1. Vers une organisation sémantique de la mémoire

L'Hypercortex peut être conçu comme une *mémoire*, puisqu'il contient et organise les données. Mais il fonctionne comme une *mémoire herméneutique* qui permet le déploiement de multiples stratégies d'interprétation. Comme nous le verrons dans ce chapitre, cette mémoire est *perspectiviste* - elle intègre une foule de points de vue distincts - et se structure en couches de complexité croissante (données, informations, connaissances). Différentes conversations créatrices peuvent y concevoir à volonté des fonctions automatisables. Certaines de ces fonctions vont catégoriser et évaluer les données, produisant ainsi des *unités d'information sémantiques*, qui sont les représentations formelles des idées. D'autres fonctions vont situer ces unités d'information au sein de contextes théoriques ou narratifs englobants qui vont préciser ou transformer leur sens. Les combinaisons de ces fonctions herméneutiques composent une multitude de *jeux d'interprétation collective*. Mais, grâce à l'existence d'une métalangue commune à la sémantique computable (IEML), dont nous avons vu qu'elle offrait un système de coordonnées au monde des idées, tous ces jeux peuvent dialoguer et échanger leurs ressources cognitives dans la même économie générale de l'information sémantique. L'Hypercortex fonctionnera donc comme un outil collaboratif multiplicateur des gestions personnelles et sociales de la connaissance ¹.

La figure 13.1 montre la situation de ce chapitre 13 dans la structure générale de l'intelligence collective réflexive. Ni la machine sémantique, ni le métalangage IEML ne sont des buts en soi. La finalité principale du système techno-symbolique basé sur

1. Comme on le verra, ce chapitre 13 traite du même sujet que le chapitre 6 et contribue à résoudre les problèmes posés aux chapitres 4 et 5.

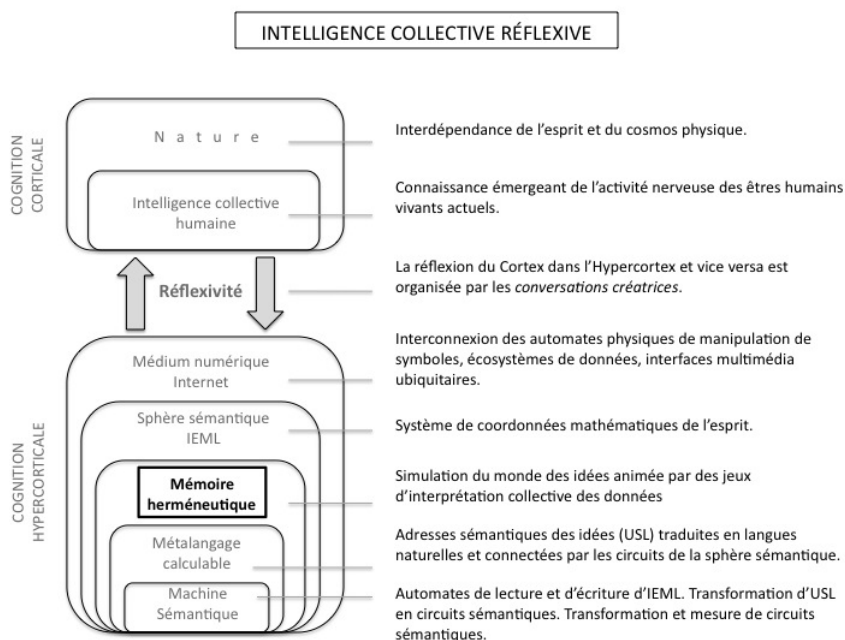


Figure 13.1 – Situation du chapitre 13 sur la carte conceptuelle

la sphère sémantique IEML est la modélisation ou la *simulation du monde des idées* où se reflète l'intelligence collective. C'est précisément ce modèle monadologique du monde des idées qui sera évoqué dans ce chapitre sur la mémoire herméneutique de l'Hypercortex.

13.1.1. L'enjeu des processus collectifs de catégorisation dans le médium numérique

Pour la première fois dans l'histoire, grâce au médium numérique, l'humanité fait croître une *mémoire commune* interconnectée où des données ubiquitaires peuvent être transformées à volonté par des manipulateurs automatiques de symboles. Le public n'ayant eu accès au Web qu'à partir du milieu des années 1990, l'exploration techno-culturelle de cette mémoire commune ne fait que commencer. Avant même l'apparition du Web, quelques technologies intellectuelles exploitant l'informatique avaient déjà émergé, telles que les tableurs, les simulations interactives multimodales ou les hypermédias. Mais je fais l'hypothèse que les principaux développements dans la pleine exploitation symbolique et cognitive d'une mémoire numérique mondiale sont encore *à venir*. Aucune génération avant la nôtre n'a eu à organiser et à exploiter un flot pratiquement inépuisable de données produites par des collectivités humaines

- présentes et passées - marquées d'une telle variété culturelle. Pour relever ce défi, nous sommes confrontés au problème de l'augmentation de *notre capacité collective de catégorisation et d'évaluation* des données numériques.

De manière générale, l'activité de catégorisation est au cœur des processus cognitifs, et cela tout particulièrement dans le cas des processus cognitifs *humains* qui sont organisés par des *systèmes symboliques* d'origine culturelle ². Plus spécifiquement, de récents travaux ont montré que la conception et la gestion de *bases de données* - organisées en dernière instance par des systèmes de catégorisation - deviennent une des principales activités scientifiques³ et peut-être même l'essence de l'art numérique ⁴. Des médias sociaux tels que Diigo, Facebook, Twitter, LinkedIn, Flickr ou YouTube, sans oublier les blogs, demandent à leurs usagers une participation active à la catégorisation des données. Dans l'avenir, la gestion des données et services personnels (*personal cloud management*) via Internet⁵ et la gestion personnelle des connaissances (*personal knowledge management*) en ligne vont se généraliser et se systématiser. Ici encore, l'enjeu des modes de catégorisation est central et rejaillit sur la gestion collaborative des connaissances qui prend forme dans les administrations publiques, les entreprises et les réseaux de recherche ⁶.

Les problèmes de catégorisation des données sont devenus hypercomplexes et se posent désormais à une échelle gigantesque. Les premiers efforts visant à résoudre ces problèmes en respectant leur complexité commencent à voir le jour. Citons particulièrement les recherches sur l'amélioration des processus sociaux de balisage en ligne (*social tagging*)⁷ ou l'entreprise du « Web des données » reposant sur la norme RDF⁸ et les ontologies exprimées en OWL ⁹.

2. Voir notamment *La pensée sauvage*, déjà citée [LEV 1962].

3. Voir l'excellent ouvrage de Geoffrey Bowker *Memory Practicises in the Sciences* [BOW 2005].

4. Voir le classique ouvrage de Lev Manovitch : *The Language of New Media* [MAN 2001].

5. Voir sur tous ces sujets le Blog de Nova Spivack <http://www.novaspivack.com/>

6. Voir le chapitre 4 sur la conversation créatrice.

7. Voir les travaux techniques de Smith *Tagging : People-powered Metadata for the Social Web* [SMI 2007] et de Dichev et alii, « A Study on Community Formation in Collaborative Tagging Systems » [DIC 2008]. On consultera la thèse de Michèle Drechsler sur *Le socialbookmarking dans l'éducation* [DRE 2009].

8. RDF est l'acronyme de *Resource Description Format*.

9. OWL est l'acronyme de *Ontology Web Language*. Voir les travaux de Feignbaum et alii, « The semantic Web in Action » et, de Handler et Allemang, *Semantic Web for the Working Ontologist* [FEI 2007, HEN 2008].

13.1.2. *Une approche renouvelée du problème de la catégorisation*

Le lecteur qui est arrivé jusqu'à ce point connaît déjà ma thèse : les langues naturelles, tout comme les systèmes de notation inventés avant l'an 2000 ne sont pas adaptés à la nature et à l'échelle des processus collectifs de catégorisation qui seront mis en jeu dans le médium numérique au cours du XXI^e siècle et au-delà. Ni les langues naturelles, ni les langages documentaires classiques (comme ceux qui sont utilisés dans les bibliothèques) n'ont été conçus pour exploiter la nouvelle mémoire mondiale interconnectée et sa puissance de calcul. Les langues naturelles sont accordées au fonctionnement du cerveau humain et ne sont évidemment pas faites pour être traitées automatiquement. Les anciens systèmes de notation et d'écriture ont été inventés à des époques où les systèmes de stockage et de restitution physiques de l'information étaient lourds, lents, manuels et locaux, par opposition aux systèmes automatiques, ubiquitaires et ultra-rapides que nous connaissons aujourd'hui.

La plupart des moteurs de recherche contournent le problème de la représentation sémantique précise des données et de leur libre interprétation par les utilisateurs en se livrant à des *calculs statistiques* sur des chaînes de caractères - dont la finalité originelle est de représenter des sons (et non des concepts) - ou sur des liens - dont l'usage premier est de pointer vers des données (et non de les catégoriser).

Les ontologies affrontent le problème de la catégorisation des données du Web en construisant des *relations logiques* rigides entre des chaînes de caractères, le plus souvent des URL (qui sont sémantiquement opaques). Mais les ontologies, héritières en cela des systèmes experts et des recherches en intelligence artificielle (IA) *antérieures au Web*, ne formalisent que des univers conceptuels limités. C'est pourquoi le Web des données produit un grand nombre d'ontologies souvent déconnectées les unes des autres, bien que les données numériques soient potentiellement toutes interconnectées dans la mémoire mondiale.

A mon sens, tenter de synchroniser et d'optimiser des processus de catégorisation aussi divers et massifs que ceux qui prennent place dans le médium numérique en se fondant sur les langues naturelles et les systèmes de catégorisation antérieurs au Web revient à perfectionner des algorithmes pour la manipulation de nombres codés en chiffres romains au lieu de chercher d'abord un meilleur système symbolique pour coder les nombres. Nous avons besoin d'un système symbolique pour la notation et la manipulation des concepts qui soit *conçu dès l'origine* pour la computation sociale massivement distribuée dans une mémoire mondiale interconnectée en temps réel. C'est précisément le cas d'IEML. Mais pour qu'IEML aide chacune des conversations créatrices à organiser la mémoire numérique pour son propre compte tout en maintenant l'interopérabilité sémantique entre elles toutes, l'utilisation du métalangage doit être fondée sur une philosophie cohérente de la mémoire.

13.2. Les couches de complexité de la mémoire

On connaît la fameuse citation de T. S. Eliot « *Where is the life we have lost in living? Where is the wisdom we have lost in knowledge? Where is the knowledge we have lost in information* ¹⁰ ? » Cette cascade d'interrogations, éminemment poétique, évoque notre situation dans le monde pratique sur le mode de la chute. Elle a pourtant été reprise dans l'univers du management des entreprises depuis une trentaine d'années¹¹ pour désigner la chaîne d'abstractions successives - ou l'échelle de valeur croissante - qui relie les données (qu'on ne trouve pas dans la citation d'Eliot), l'information, la connaissance et la sagesse. Lorsqu'on invoque la hiérarchie *données-information-connaissance-sagesse* c'est généralement pour prévenir les confusions entre un maillon de la chaîne et les maillons suivants. La donnée (numérique ou quantitative) est rudimentaire tandis que l'information (lisible, interprétable) est catégorisée, évaluée et commentée. Mais l'information est isolée tandis que la connaissance relie les informations en *patterns* et leur donne sens en contexte. Cette connaissance (de l'expert ?) peut être éventuellement explicitée et formalisée dans une théorie communicable tandis que la sagesse (du dirigeant ?) implique à la fois une profonde expérience des affaires humaines, l'humilité qu'amène la connaissance de soi et une intuition directe impossible à mettre en formules. La chaîne D-I-C-S suggère également un processus de raffinement ou de transformation progressive, qui mène du matériau brut représenté par les données au produit final le plus précieux, mais sans doute le plus volatile, qu'est la sagesse. Quoiqu'appartenant à un mot d'ordre répété depuis des décennies et figurant sur des milliers de présentations Power-point, les degrés de la pyramide D-I-C-S font rarement l'objet de définitions précises. Et l'on chercherait en vain dans les revues scientifiques une formalisation fonctionnelle des transformations d'un étage à l'autre.

Je vais maintenant utiliser la structure fournie par ce lieu commun pour décrire les *quatre degrés de complexité* de la mémoire dans le modèle cognitif de l'Hyper-cortex ¹². Ce faisant, je proposerai ma définition de chacun des étages de l'échelle de complexité, ainsi qu'une approche opératoire des transitions d'un degré à l'autre. Mais je voudrais d'abord, pour commencer, préciser *l'approche herméneutique de la cognition symbolique* qui va me permettre de formaliser de manière fonctionnelle la fameuse pyramide D-I-C-S.

10. « Où est la Vie que nous avons perdue en venant au monde ? Où est la sagesse que nous avons perdue dans la connaissance ? Où est la connaissance que nous avons perdu dans l'information ? » [ELI 1934].

11. Voir par exemple [ACK 1989].

12.3

12. Il ne faut pas confondre les quatre couches d'adressage du médium numérique (voir figure 12.2) avec les quatre couches de complexité de la mémoire, dont il est ici question (voir la figure 13.2).

13.3. L'herméneutique radicale

13.3.1. Introduction à l'approche herméneutique de la cognition

A l'origine, l'herméneutique est l'art de l'interprétation des textes¹³. Interpréter un texte revient en fin de compte à le lire de manière approfondie et systématique, pour en dégager le sens le plus intéressant et le plus utile... du point de vue de l'interprète et de la communauté à laquelle il appartient. Or ce travail de lecture consiste, dans la pratique, à rédiger des textes (péritextes, épitextes, paratextes de tous ordres...) au sujet du texte qu'on veut faire parler. Lire et écrire mettent en jeu les mêmes opérations herméneutiques de base où la *création de sens* joue le rôle central.

Je rappelle que la notion de texte considérée par l'herméneutique contemporaine est beaucoup plus large que celle de « notation écrite de la parole ». Je me rattache sur ce point aux perspectives postmodernes et déconstructionnistes (au sens large) ouvertes par des auteurs comme Wittgenstein¹⁴, Foucault¹⁵, Derrida¹⁶ ou Lyotard¹⁷ selon lesquelles tous les types d'arrangements symboliques peuvent être considérés comme des textes, y compris ceux qui relèvent de l'oralité ou de systèmes symboliques non linguistiques : iconiques, musicaux, rituels... Selon cette approche, les processus de lecture et d'écriture de textes se déclinent en une multitude indéfiniment ouverte de jeux de langages, d'épistémè ou de fonctions de production et d'interprétation textuelle dont aucune n'est privilégiée *a priori*. A la limite, on ne peut exhiber de sens objectif, extérieur ou neutre. Le sens est toujours produit par un dispositif d'interprétation textuelle particulier et toute machinerie herméneutique (productrice de sens) se trouve forcément datée et située.

13. Voir par exemple de Georges Gusdorf, *Les origines de l'herméneutique* [GUS 1988].

14. Voir notamment : *Philosophical investigations*, [WIT 1958]. Wittgenstein n'utilise pas le mot « texte », mais son approche des jeux de langages et de leurs « grammaires » peut se traduire dans une théorie générale de la textualité.

15. Michel Foucault, *L'Archéologie du savoir* [FOU 1969]. Foucault développe dans cet ouvrage le concept de *formation discursive* et y généralise la notion d'*épistémè*. Les jugements de vérité et les énoncés interprétatifs sont ramenés aux conditions socio-historiques dans lesquelles se construisent les subjectivités énonciatrices (je dirais : les fonctions cognitives). Même si Foucault insiste sur les multiplicités, les ruptures et les différences qui travaillent les formations discursives, son inspiration perspectiviste à la Nietzsche (donc herméneutique) et structuraliste est nettement perceptible.

16. Voir *De la Grammatologie*, [DER 1967c] où se trouve particulièrement défendue la notion abstraite d'écriture ou de texte, qui doit pouvoir être considérée antérieurement à - et indépendamment de - tous systèmes de caractères, de lettres ou de notation de la parole.

17. De Jean-François Lyotard, voir notamment *La Condition postmoderne* [LYO 1979] et *Le différend* [LYO 1983].

Ma conception de l'herméneutique rejoint également l'approche popularisée par Gadamer¹⁸ et d'autres auteurs comme Ricoeur¹⁹, Gusdorf, Vattimo²⁰ ou Grondin²¹ selon laquelle la démarche herméneutique des sciences de l'homme, au lieu de produire une « vérité objective » par l'application de méthodes formelles à des artefacts culturels, traduit plutôt une *vérité de l'expérience humaine*, toujours singulière et plongée dans une histoire. Cette compréhension de l'activité herméneutique entretient évidemment des affinités avec le *perspectivisme* Nietzscheen²², qu'il faut bien distinguer du « tout se vaut » du relativisme extrême. Car avec la liberté d'interpréter vient une responsabilité - orienter la cognition symbolique d'une communauté - qui réclame une grande prudence²³. Mon approche de l'herméneutique doit aussi beaucoup à la notion *d'imaginaire radical* développée par Cornélius Castoriadis²⁴, selon qui les créations de sens humaines ne peuvent être entièrement ramenées à quelque déterminisme mécaniste, mais relèvent d'une puissance créative autonome et irréductible.

13.3.2. La thèse de l'herméneutique radicale

Mon modèle hypercortical de la cognition s'accorde avec une thèse soutenue aujourd'hui par beaucoup de chercheurs travaillant dans les facultés des Arts et des Sciences sociales et que l'on peut baptiser du terme *d'herméneutique radicale*. Cette herméneutique radicale peut s'articuler en deux propositions interdépendantes : premièrement, il est impossible de séparer la cognition symbolique de la mémoire et, deuxièmement, toute organisation de la mémoire est d'ordre interprétatif.

13.3.2.1. Il est impossible de séparer la cognition de la mémoire

L'enregistrement *physique* des données (tout comme les capacités *matérielles* d'entreposer, classer, ranger, organiser les données) constitue sans doute une *condition* de la mémoire, mais on ne peut l'identifier à la mémoire elle-même. Le bon sens pratique

18. Hans-Georg Gadamer, *Vérité et Méthode* [GAD 1960].

19. Ricoeur Paul, *Le conflit des interprétations. Essais d'herméneutique I et Du texte à l'action. Essais d'herméneutique II* [RIC 1969, RIC 1986].

20. Voir notamment la remarquable *Ethique de l'interprétation* [VAT 1989] où Vattimo distingue bien l'herméneutique radicale - qui prend sa source dans une méditation sur le langage - du pur et simple relativisme culturel.

21. Jean Grondin, *L'universalité de l'herméneutique* [GRO 1993] et *L'herméneutique* [GRO 2006].

22. Il n'est pas inutile de rappeler ici que Nietzsche fut, très jeune, professeur de philologie et qu'il avait été formé à l'interprétation des textes anciens [NIE 1900].

23. Je parle évidemment de la prudence au sens d'Aristote, c'est-à-dire d'une sagesse pratique animée de force d'âme, une *prudence courageuse*, loin de toute pusillanimité.

24. Castoriadis Cornélius, *L'institution imaginaire de la société* [CAS 1975].

nous suggère qu'une accumulation indéfinie de données, sans autre forme d'organisation, ne fait pas une mémoire très utile. On peut penser à l'image d'un tas de livres empilés au hasard, par opposition à une bibliothèque où les livres sont rangés sur des étagères selon leurs cotes et navigables par auteurs, titres et sujets au moyen d'un catalogue. Les entrepôts de données ne deviennent de véritables mémoires que dans la mesure où elles autorisent des opérations de *sélection* par des critères sémantiques (catégorisation : de quoi parle le document ?) et par des critères d'importance ou de pertinence (évaluation : que vaut le document ?), qui renvoient ultimement à un investissement émotionnel. On sait d'autre part que les données ne prennent sens que structurées par des théories, des récits ou toute autre perspective organisatrice. La mémoire implique donc la majeure partie des autres opérations cognitives et notamment l'investissement affectif, la catégorisation et l'organisation discursive.

Symétriquement, il est difficile de concevoir une opération cognitive quelconque (perception, apprentissage, résolution de problème, manipulation symbolique en général...), qui ne fasse aucun appel à la mémoire, qu'elle soit à court ou à long terme. Comment, par exemple, imaginer la compréhension d'un énoncé qui saisiserait la fin d'une phrase sans se souvenir de son début (mémoire à court terme) ou qui ignorerait totalement le contexte partagé par les interlocuteurs (mémoire à long terme). Même chose pour la musique : nous ne pourrions percevoir ni rythme ni mélodie sans mémoire... et la musique elle-même peut nous rappeler des souvenirs. Il ne faut donc pas penser à la mémoire comme à un module séparable de la cognition, mais comme la *dimension temporelle de la cognition*, et il est impossible d'extraire la cognition du temps. La chose n'est pas seulement vraie pour la cognition personnelle mais aussi pour la cognition sociale : les institutions, comme les cultures, fonctionnent nécessairement à partir d'une mémoire : archives, récits, rituels, transmission de souvenirs ou de traditions, paysages façonnés par l'homme...

13.3.2.2. *Toute organisation de la mémoire est d'ordre interprétatif*

Comme on vient de le voir, la mémoire implique une catégorisation, une évaluation ainsi qu'une mise en ordre narrative ou théorique quelconque. Or toutes ces opérations résultent de choix interprétatifs - ce sont des opérations herméneutiques - *puisque'il existe toujours d'autres manières possibles d'organiser les données*. Comme toute cognition symbolique implique la participation de la mémoire et que toute mémoire résulte de choix interprétatifs, alors la cognition symbolique possède une nature intrinsèquement herméneutique. En d'autres termes, selon la thèse de l'herméneutique radicale, que je défends ici, *un système cognitif est une machine interprétative*. Cette thèse peut donner prise à un certain nombre de malentendus, que je voudrais dissiper immédiatement.

13.3.3. *L'herméneutique radicale au-delà des malentendus*

Premièrement, l'interprétation n'est pas forcément un processus vague et « purement subjectif ». Il est évidemment possible de mettre au point des règles d'interprétation très strictes, comme cela se fait par exemple dans les domaines linguistique, philologique, juridique, théologique, etc. La science moderne de la nature relève elle-même de procédures d'interprétation réglées. La recherche scientifique n'exclut pas l'interprétation, elle se contente de préconiser des méthodes d'interprétation explicites, partagées, non ambiguës, donnant lieu à des prédictions observables, etc. C'est un lieu commun de l'épistémologie des sciences que les données observables n'ont de sens qu'en fonction d'une théorie, c'est-à-dire que la théorie joue bel et bien le rôle de système d'interprétation des données. Il n'y a donc aucune opposition de principe entre l'approche herméneutique de la cognition et l'impératif scientifique de modélisation fonctionnelle des mécanismes cognitifs.

Deuxièmement, affirmer la nature herméneutique de la cognition symbolique ne revient absolument pas à poser en norme l'incommunicabilité des êtres ou l'incommensurabilité des cultures sous prétexte que « tout est interprétation ». Il est entendu que certains messages sont produits dans l'intention d'être interprétés d'une certaine manière et pas autrement. La thèse de la nature herméneutique de la cognition n'empêche nullement que des interlocuteurs de cultures différentes puissent partager des procédures communes d'interprétation. C'est d'ailleurs précisément le cas des mathématiques et des sciences exactes, dont les énoncés et les pratiques peuvent circuler entre aires culturelles différentes. On peut également penser à la musique, à la danse ou à certaines formes d'art dont la force expressive semble transcender les barrières des codes culturels. Finalement le commerce international, malgré ses risques et ses inéquités, témoigne encore de formes d'ententes transculturelles... qui fonctionnent !

Troisièmement, comme je viens de le signaler plus haut, l'herméneutique radicale n'implique pas nécessairement l'indifférence relativiste extrême. Il est clair que certains modes d'interprétation, à cause de leurs conséquences pratiques, ne sont pas viables à long terme, tandis que d'autres ont plutôt tendance à bénéficier aux communautés ou aux institutions qui les entretiennent.

Une fois dissipés les malentendus possibles, l'herméneutique radicale affirme simplement que le fonctionnement de la cognition symbolique (qu'il s'agisse de cognition personnelle ou sociale) met en œuvre des processus d'interprétation créative plutôt que des représentations d'une réalité pré-donnée. Il n'y a pas de catégorisation, d'évaluation, de narration ou de théorisation qui soit *absolument* vraie : toutes ces opérations interprètent le donné, c'est-à-dire qu'elles s'activent à lui donner sens. En outre, pour la cognition humaine, la production de sens s'appuie nécessairement sur des appareillages culturels. Elle est indissociable d'une mémoire sociale, dans laquelle le sens

émerge de la manipulation collective de systèmes symboliques (dont les exemples-types sont les langues et les systèmes d'écriture) travaillant sur des *corpora*²⁵ de données partagées.

J'ai conçu le modèle cognitif de l'Hypercortex de telle sorte qu'il s'accorde avec l'approche herméneutique de la cognition qui vient d'être exposée. Dans ce modèle, IEML joue le rôle de langage d'interprétation des données ou de métalangage. Le métalangage est commun mais les énoncés (les actes de catégorisation) ou les textes en IEML (les *USL*) sont singuliers et relèvent de la responsabilité de leurs auteurs. La catégorisation n'est pas seule en cause, il faut encore compter avec l'évaluation. En effet, comme je l'ai déjà souligné plus haut, la production de sens ne va pas sans une certaine intensité des émotions ou force des intentions. Pourrait-il y avoir un sens proprement humain sans que *des circulations d'affects et de désirs* n'infusent leur dynamisme aux jeux des structures symboliques ? C'est pourquoi la machine sémantique qui est au noyau de l'Hypercortex transforme automatiquement les textes IEML (les *USL*) en *circuits* dans les canaux desquels les évaluations vont induire des courants sémantiques. Ces afflux sémantiques représentent la dimension affective de la production de sens.

13.4. Herméneutique de l'information

13.4.1. *Les données*

Le rez-de-chaussée de notre pyramide de complexité de la mémoire est occupé par les données. Du point de vue de la modélisation cognitive dans l'Hypercortex, la donnée n'est pas définie par son contenu mais par son système d'adressage. La donnée pourra donc être rudimentaire ou très élaborée, quantitative ou textuelle, audio ou vidéo, légère ou massive : elle ne sera réputée *donnée* que parce qu'elle est adressée par un URL. Il faut noter que l'URL n'est en rien une description unique d'un contenu unique. Le même contenu peut évidemment se retrouver à plusieurs URL différents et le même URL peut adresser un *flux* de données plutôt qu'un contenu fixe, comme cela se voit couramment dans les blogs et les fils de nouvelles des médias sociaux. L'URL, opaque, se contente de donner le chemin d'accès à un *contenant* électronique, mais ne dit rien *a priori* sur le contenu de ce contenant.

13.4.2. *La perception*

Idéalement, l'entrepôt de données qu'est le Web devrait pouvoir être catégorisé, évalué et filtré collaborativement par les conversations créatrices *selon leurs propres*

25. *Corpora* est le pluriel latin de *corpus*.

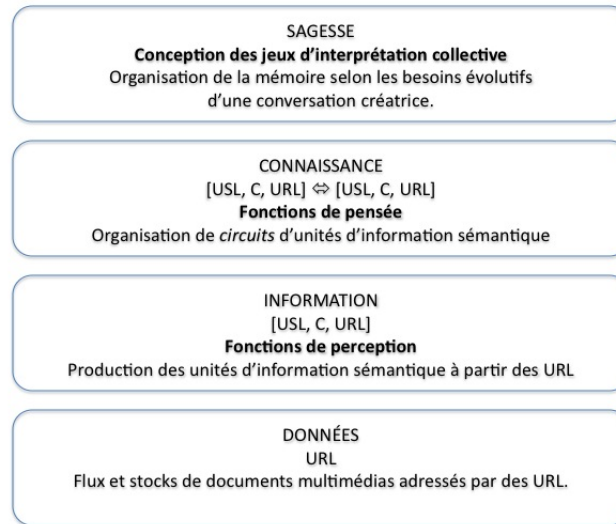


Figure 13.2 – Les couches de complexité de la mémoire herméneutique dans l'Hyper-cortex

critères. En outre, si les données sont organisées, mais que ces organisations sont séparées les unes des autres, si bien que les conversations créatrices se retrouvent séparées par des murs, l'utilité que l'on peut retirer d'une mémoire mondiale n'est pas optimisée. Je rappelle l'existence bien connue des silos créés par les formats incompatibles des « nuages » contrôlés par les grandes compagnies du Web ou bien l'existence des « silos sémantiques » des ontologies. Le problème consiste donc à passer des *données* (signalées par les adresses de leurs contenants électroniques) à des *unités d'information sémantique*, c'est-à-dire à des données librement catégorisées et évaluées, mais répondant aux contraintes de l'interopérabilité sémantique. La fonction de perception est mise en œuvre par un mécanisme qui ajoute une métadonnée (un courant sémantique dans le circuit sémantique correspondant à un *USL*) à une donnée. Lorsque la donnée qu'est l'URL est catégorisé et évalué, tout se passe comme si elle était « perçue » par le système cognitif d'une conversation créatrice.

13.4.2.1. Catégorisation

Dans le modèle de la mémoire herméneutique, la donnée se définit uniquement par son adresse Web (un *URL*). Pour obtenir une unité d'information sémantique, il faut d'abord catégoriser cette donnée, c'est-à-dire lui ajouter une adresse sémantique, à savoir un *USL* auquel le moteur linguistique STAR-IEMML associe automatiquement un circuit sémantique. L'étiquetage des données par les *USL* peut emprunter tout

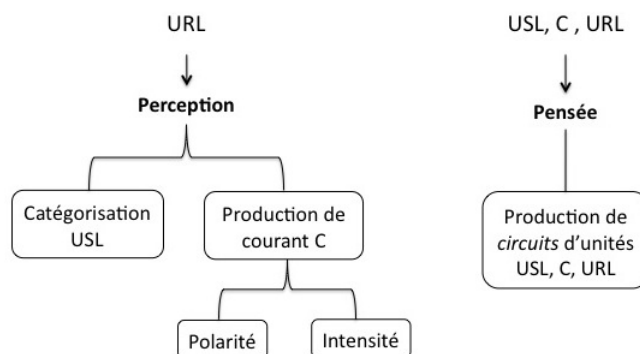


Figure 13.3 – Les fonctions herméneutiques d'un jeu d'interprétation collective

l'éventail des méthodes imaginables : de la plus spontanée, artisanale et « manuelle » - à une extrémité du spectre - à la plus régulière, industrielle et automatisée - à l'autre extrémité du spectre ²⁶. Il n'est pas question ici d'envisager la moindre régulation en la matière.

13.4.2.2. *Le courant sémantique*

La force de liaison entre une donnée multimédia (formalisée par un *URL*) et l'adresse sémantique qui la catégorise (formalisée par un *USL*) est représentée par un courant sémantique *C* ²⁷. Le courant sémantique est une énergie *symbolique* dans la mesure où c'est lui accouple les deux parties (catégorie et donnée) d'une unité symbolique. L'éclair de son énergie, en connectant la sphère sémantique au Web des données, *crée* l'unité d'information. La production de ce courant peut elle-même être analysée en deux composantes : la production de polarité et la production d'intensité.

13.4.2.3. *Production de la polarité*

Après la catégorisation (« De quoi s'agit-il ? A quel sujet ? »), la seconde grande fonction d'assimilation des données par la cognition symbolique est donc son évaluation, que l'on peut décomposer en évaluation de la qualité (typiquement : bonne ou

26. Toutes sortes de méthodes d'analyse statistique des données ou de logiciels de traitement automatique du langage naturel peuvent évidemment être utilisées pour aboutir à une catégorisation en IEML. Voir, par exemple, l'intéressante méthode d'extraction du sens des documents basée sur une analyse des métaphores proposée par Yair Neuman et Ophir Nave [NEU 2009] (déjà cité).

27. Sur la notion de courant sémantique et sa justification du point de vue des sciences humaines, voir la section 6.3.

mauvaise) et de la quantité (typiquement : peu ou beaucoup). La qualité, ou *polarité*, du courant (« Qu'est-ce que ça vaut ? ») est représentée par un nombre ordinal ²⁸. La fonction d'évaluation de la polarité correspond en gros à la dimension affective de la cognition animale : attraction ou répulsion, plaisir ou douleur. La polarité peut être déterminée par un prix ou par un vote, par des procédures manuelles ou automatiques, etc. Tous les jeux d'évaluation sont ici possibles. Le mot « polarité » ne désigne ici rien d'absolu. C'est un degré sur une échelle en fonction de certains critères d'évaluation. La valeur de polarité peut indiquer, selon les cas : la vérité (par exemple, sur une échelle du complètement faux au parfaitement vrai), l'importance, l'opportunité, le danger, le comique, la beauté, l'efficacité, etc. La polarité n'a donc de sens assignable que si la méthode et les critères d'évaluation qui ont permis de la déterminer sont explicites. Comme les fonctions de catégorisation, les fonctions d'évaluation de la polarité doivent être absolument libres. Elles peuvent répondre à un grand nombre de critères distincts, voire à tout un éventail de combinaisons de critères.

13.4.2.4. *Production de l'intensité*

Il faut bien distinguer entre l'évaluation qualitative de la polarité et l'évaluation quantitative de l'intensité. La chose n'est pas toujours évidente parce qu'on a tendance à croire que tout ce qui prend une forme numérique est quantitatif. Mais lorsqu'un professeur donne une note à un étudiant, cette note ne représente pas réellement une quantité, même si la note est un nombre. Elle correspond plutôt à une manière commode de placer l'étudiant sur une échelle de qualité ou de valeur, notamment pour le comparer aux autres étudiants de la même classe ou pour le mettre en rapport avec un certain critère d'excellence fixé par l'institution scolaire. Il est clair, par exemple, que la question de savoir si un document est de bonne ou de mauvaise *qualité* est distincte de la question de savoir si le document contient peu ou beaucoup de texte mesuré en octets (*quantité*). L'intensité du courant sémantique mesure donc la quantité et se formalise par un nombre *cardinal*. Elle peut indiquer par exemple le nombre de téléchargements, de clics, le volume d'un flux de données, une fréquence d'usage, mais aussi, selon la manière dont une conversation créatrice décide de créer ses unités d'informations : un volume de production ou de consommation, un débit ou un crédit, et ainsi de suite. Comme pour l'évaluation de la qualité, la production de l'intensité du courant sémantique doit répondre à une procédure explicite.

13.4.2.5. *Résultat de la perception : unité d'information phénoménale*

L'opération de perception combine deux opérations herméneutiques : la catégorisation, qui détermine le circuit sémantique associé à la donnée, et la fonction qui

28. Un nombre *ordinal* désigne un « rang » ou numéro d'ordre. Il donne la position d'un élément dans une suite ordonnée tandis que qu'un nombre *cardinal* sert à définir la taille d'un ensemble. Sur l'importance des nombres ordinaux pour exprimer les priorités ou préférences, voir [SLO 2009].

induit le courant sémantique dans le circuit. La production du courant est elle-même décomposable en production de l'intensité et production de la polarité ²⁹. Le résultat de la perception est une unité d'information, ou idée *phénoménale*.

13.4.3. L'unité d'information sémantique

Comme il apparaît dans la figure 11.5, l'unité d'information sémantique est représentée par un triplet : (URL, C, USL) . Premièrement, l'unité d'information sémantique ainsi définie représente une donnée effectivement catégorisée, quantifiée et évaluée. C'est précisément ce que nous cherchions. Deuxièmement, chaque conversation créatrice peut adopter ses propres règles de perception. Les fonctions de catégorisation et de production de courant sur les données du Web sont entièrement libres et s'accordent donc avec notre approche herméneutique de la cognition. Troisièmement, toutes les unités d'information sémantique sont interopérables puisqu'elles sont exprimées *dans des termes interopérables*. En effet : (a) les *URL* sont universels, (b) les *USL* et les nombres - tout aussi universels - sont respectivement les variables de groupes de transformations calculables et finalement (c) les *USL* sont traduits automatiquement en circuits sémantiques lisibles dans toutes les langues. Notre modèle des idées - l'unité d'information sémantique - s'accorde donc avec les exigences épistémologiques d'explicitation intégrale et de calculabilité des sciences exactes.

13.5. Herméneutique de la connaissance

13.5.1. La pensée

Les données catégorisées et évaluées par les conversations créatrices peuvent être considérées comme leurs perceptions ou « idées phénoménales ». Une fois produites ces idées phénoménales, le problème des conversations créatrices est de les mettre à profit afin de comprendre leur environnement et d'orienter leur action. C'est ici qu'interviennent les *fonctions de pensée*.

Contrairement à ce qui se passe pour les fonctions de perception, les *variables d'entrée* des fonctions de pensée, *ne sont pas des données (URL)*, mais des *unités d'information sémantiques (USL, C, URL)*. Ces unités d'information sémantique peuvent avoir été produites aussi bien par des fonctions de perception que par des fonctions de pensée.

Les *variables de sortie* des fonctions de pensée sont *des circuits de courant sémantique entre unités d'information* : récits, enchaînements d'énoncés, activation de réseaux d'idées, simulations... J'appelle ces circuits des *circuits nouménaux* et les

29. Voir la figure 13.3.

unités d'information qui les composent des unités d'information ou idées *nouménales*. Il ne faut pas confondre les *circuits sémantiques*, qui sont des graphes d'USL, avec les *circuits nouménaux*, qui sont des graphes d'unités d'information sémantique (*USL, C, URL*). Par ailleurs, les idées nouménales ont exactement la même composition (*USL, C, URL*) que les idées phénoménales : elles ont seulement été produites par des fonctions différentes.

Les fonctions de pensée permettent d'*interpréter* les unités d'information qui émergent de la perception des données ou d'autres fonctions de pensée. Lorsque je dis que les fonctions de pensée interprètent les idées phénoménales issues de la perception, je ne veux pas laisser entendre que ces idées seraient neutres et ne relèveraient pas elles-mêmes de processus interprétatifs. Bien au contraire ! Les idées phénoménales sont bel et bien les produits de fonctions herméneutiques et les fonctions de pensée interprètent à leur tour ces produits. Un des rôles des fonctions de pensée est de situer les idées phénoménales dans des *patterns* (supposés ou imaginés) d'émergence, de transformation et de disparition de phénomènes. En somme, *elles mettent les informations en relation*.

On peut considérer que les *circuits nouménaux* (dans le vocabulaire du modèle IEML) permettent de formaliser les *connaissances* (dans le vocabulaire de la gestion de l'information). Contrairement aux évocations assez vagues de la théorie D-I-C-S, le circuit nouménal possède ici un sens technique bien précis : il s'agit d'un réseau de relations entre unités d'information sémantique, réseau qui est produit par une fonction de pensée explicite. Une fois de plus, le point essentiel est que les *USL* et le courant sémantique *C* qui composent les unités d'information (*USL, C, URL*) sont les variables de groupes de transformation. Des fonctions de pensée peuvent donc générer automatiquement des graphes orientés d'*USL* et des transformations du courant sémantique dans ces graphes.

13.5.2. *L'unité d'information sémantique comme outil de modélisation cognitive*

Le tour d'horizon des fonctions herméneutiques qui précède nous a donné une vision générale de la production, de l'utilisation et de la mise en circuit des unités d'information par les jeux d'interprétation collective IEML.

1) Ces unités sont produites *par les fonctions de perception* à partir des données (*URL*) et *par les fonctions de pensée* à partir d'autres unités d'information (*USL, C, URL*).

2) Elles sont d'autre part utilisées (comme variables d'entrée) et interconnectées en circuits nouménaux *par les fonctions de pensée*.

Je vais maintenant traduire le modèle formel de l'unité d'information sémantique dans différents registres cognitifs : celui de l'idéation, de l'énonciation et de la mémoire.

13.5.2.1. *L'unité d'information comme idée*

Les unités d'information sémantique (URL, C, USL) modélisent les idées phénoménales et nouménales de la cognition hypercorticale. En comparant la figure 9.2 à la figure 11.5 on peut voir aisément que le schéma formel de l'unité d'information sémantique décrit aussi la structure d'une idée : (T) les données multimédia (URL) représentent les données des sens, ou percepts, (S) les USL représentent les concepts catégorisant les données et (B) le courant sémantique C représente la valeur (attractive ou répulsive) du percept catégorisé, à savoir l'affect.

On notera que cette unité objective de la cognition hypercorticale n'est contrainte par aucune limite d'échelle. On peut concevoir comme une seule idée variable une abondante source de données (représentée par un URL) catégorisée par un circuit sémantique (puisque l' USL représente un circuit) aussi vaste et complexe que l'on voudra, circuit dans lequel la distribution du courant se transforme en fonction de la variation des données. Le flux de données peut provenir d'un site classique, d'un objet, d'un capteur, d'un émetteur de nouvelles en général. Ici, l'unité d'information sémantique signale le sens et la pertinence du *flot* de données identifié par son URL . Cette approche est particulièrement adaptée au « Web des flux » ou « Web temps réel ».

13.5.2.2. *L'unité d'information comme énoncé*

On peut aussi considérer l'unité d'information sémantique comme le modèle d'un *énoncé référencé*. Selon ce point de vue, le discours ou l'énoncé est fourni par l' USL , la référence par l' URL et la force pragmatique de l'énoncé par le courant sémantique C qui lie l' URL et l' USL selon une fonction d'évaluation explicite. Dans cette approche, les fonctions herméneutiques peuvent être considérées comme des *fonctions d'énonciation*, puisqu'elles produisent des énoncés référencés animés d'une force pragmatique. Lorsqu'une unité d'information est datée et signée, elle devient une « unité d'énonciation » complètement explicite. Le joueur, l'utilisateur, la personne, la collectivité ou la conversation créatrice qui prend la responsabilité de l'énonciation peut être considérée comme l'auteur de l'énoncé.

13.5.2.3. *L'unité d'information comme mème*

Finalement, on peut aussi considérer les unités d'information sémantique comme des *unités de mémoire* ou, si l'on veut, des mèmes. Il faut noter toutefois qu'il s'agit de mèmes bien plus élaborés que ceux de la mémétique proposée par Dawkins à partir d'un modèle biologique qui n'est pas adéquat à la complexité des processus culturels. La mémoire herméneutique de l'Hypocortex, envisagée comme une faculté cognitive holistique, représente simultanément une puissance de mémoire *et* d'oubli. Chaque conversation créatrice décide de ce qu'elle retient et de ce qu'elle néglige en fonction de ses propres critères de perception et de pensée. Au premier plan de son miroir cognitif, la conversation créatrice anime une danse des informations urgentes,

importantes : son « ici et maintenant ». Au second plan, elle affiche les unités d'informations et les connaissances familières qu'elle doit pouvoir rappeler rapidement et qui lui servent à comprendre son présent. A l'arrière-plan se trouve le reste des informations qui sont structurées selon ses propres fonctions herméneutiques et qui doivent lui être accessibles d'une manière ou d'une autre parce qu'elles sont peut-être utiles ou intéressantes. Enfin, dans les ténèbres intérieures de son inconscient, se trouve l'océan opaque des données non perçues, impensées, ou bien encore interprétées selon des critères trop différents des siens pour lui servir. La conversation créatrice projette ainsi sur la sphère sémantique sa propre carte cognitive, carte qui se dispose en strates concentriques, d'avant-plans bien éclairés en arrière-plans ombreux, jusque dans l'obscurité progressive de l'oubli. Et pour chaque conversation créatrice, les paysages de mémoire et d'oubli sont différents, les dégradés de conscience réfléchie et d'inconscience évanouie se froissent selon d'autres plis. Pourtant, ces conversations peuvent dialoguer, apprendre les unes des autres et même fusionner, intersecter ou différencier à loisir leurs mémoires, parce qu'elles ont en partage la même sphère sémantique, le même groupe de transformations. Tissée de circuits fractals entre unités d'information, traversée de courants intensifs et d'orages affectifs, toute la sphère sémantique tourne et se réorganise autour des conversations créatrices en obéissant à leurs jeux d'interprétation collective.

13.5.3. *Le circuit nouméral comme outil de modélisation cognitive*

Après les unités d'information sémantique, je voudrais envisager maintenant l'usage qui peut être fait des circuits nouméraux de la mémoire herméneutique pour la modélisation cognitive. Je ne peux pas préjuger ici de tout ce que l'intelligence collective des conversations créatrices pourra inventer en matière de fonctions de pensée. Je vais donc me contenter d'évoquer quelques pistes d'utilisation et d'indiquer quelques directions de développement.

13.5.3.1. *Le circuit nouméral comme théorie*

Une connaissance (un circuit nouméral) fonctionne comme le contexte explicatif des unités d'information qu'elle connecte. Ce contexte étant construit par une fonction librement choisie, il n'a évidemment rien de « naturel » : c'est une interprétation. Dans une optique épistémologique, on peut comparer la fonction de pensée à une théorie produisant de la connaissance à partir notamment d'idées phénoménales. On voit donc que, non seulement la même donnée multimédia peut entrer dans la fabrication de plusieurs phénomènes différents, mais qu'en outre le même phénomène peut être expliqué par plusieurs théories différentes, c'est-à-dire par plusieurs façons de mettre les phénomènes en rapport. La théorie *simule* des relations entre phénomènes (entre idées phénoménales). C'est pourquoi les fonctions de pensée peuvent être considérées comme des outils de simulation cognitive, capables de produire de la connaissance utile pour des conversations créatrices.

13.5.3.2. *Le circuit nouménal comme récit*

La psychologie cognitive nous a appris depuis longtemps qu'une des meilleures manières de retenir des informations est de les organiser en récits. Si les unités d'information sémantique sont produits par des actes d'énonciation, les circuits nouménaux (c'est-à-dire les *connaissances* dans le vocabulaire courant) deviennent des *circuits d'énonciations* que l'on peut envisager comme des *récits* complexes. Selon cette approche, une fonction de pensée peut être traitée comme une *fonction narrative* qui agence des relations entre actes d'énonciations. De nouveau, les auteurs de ces fonctions narratives sont libres de placer - c'est-à-dire d'interpréter - une même énonciation dans des récits qui peuvent être complètement différents.

13.5.3.3. *Simulation cognitive*

La perception³⁰ des données peut être assimilée à l'« excitation sensorielle » d'un ensemble d'*USL* par un courant sémantique. Or cette excitation des *USL* ne représente que l'*input* initial du fonctionnement cognitif de l'Hypercortex. Le courant reçu en *input* sur les *USL* qui tiennent lieu de *capteurs* sémantiques peut être traité par toutes sortes d'algorithmes. Des circuits nouménaux peuvent canaliser les *transformations* du courant sémantique reçu par les capteurs. L'*input* sensoriel de l'Hypercortex peut alors être transféré et transformé le long des circuits nouménaux auxquels sont connectés les *USL* récepteurs. Le courant peut être amplifié, bloqué, sommé, libéré en fonction de seuils, se propager par résonance et simuler des processus cognitifs qui peuvent être aussi complexes que l'on voudra. Des calculs distribués massivement parallèles (de type « réseaux neuronaux ») peuvent être construits en munissant d'automates de traitement du courant sémantique les *USL* assemblés en circuits³¹. Tous les types de fonctions de pensée sont imaginables, et non seulement ceux qui relèvent des réseaux neuronaux : dynamique des fluides, propagation de chaleur, algorithmes génétiques ou programmes de vie artificielle, fonctions simulant la cognition émergente de certaines sociétés animales (intelligence en essaim), jeux économiques classiques, règles logiques de toutes sortes, sans oublier les fonctions inspirées des arts, des lettres et des sciences sociales qui tenteront de décrire, d'inventer ou de simuler au plus près des formes originales de cognition collective et des dynamiques d'acteurs-réseaux³².

30. La perception, c'est-à-dire la catégorisation plus la mesure de la valeur et de l'intensité.

31. Le précurseur de ce type de calcul est Warren McCulloch [MAC 1965, LVY 1986a]. Par la suite, von Foerster et son équipe du *Biological Computer Laboratory* [FOE 1981, LVY 1986b] ont développé les idées de McCulloch. Le calcul massivement parallèle inspiré des réseaux neuronaux est devenu une sous-discipline bien établie en intelligence artificielle à partir notamment des travaux de McLelland et Rumelhart, voir *Parallel Distributed Processing : Explorations in the Micro-Structure of Cognition* [MAC 1986].

32. Sur le thème des dynamiques d'acteurs-réseaux et de la modélisation des phénomènes techniques, culturels et sociaux en termes de graphes, voir mon commentaire de la figure 5.1.

Finalement, les calculs nouméniaux de l'Hypercortex - tels qu'ils sont librement déterminés par les conversations créatrices - peuvent aboutir à des *unités d'informations d'output*, que l'on peut considérer comme des « excitations effectrices » : commande de robots, production de données multimédias pour les utilisateurs, synthèses, prédictions, etc.

En somme, les fonctions de pensée sur des unités d'information sémantique modélisent les *écosystèmes d'idées* discutés au chapitre 6.

13.5.4. Hiérarchie des fonctions de la cognition symbolique

Je rappelle maintenant les différentes fonctions cognitives qui peuvent être formalisées et automatisées par l'Hypercortex IEML :

13.5.4.1. Les fonctions sémantiques

1) *Les fonctions textuelles* produisent et transforment des *USL* (textes en IEML).

2) *Les fonctions linguistiques* transforment les *USL* en circuits sémantiques lisibles en langues naturelles et vice-versa. Ces fonctions permettent également la traduction d'un circuit sémantique lisible dans une langue naturelle x en circuit sémantique lisible dans une langue naturelle y .

3) *Les fonctions conceptuelles* produisent, transforment et mesurent les circuits sémantiques lisibles en langues naturelles.

13.5.4.2. Les fonctions herméneutiques

1) *Les fonctions de perception* créent des unités d'information sémantique (*USL*, *C*, *URL*) à partir de données (*URL*).

2) *Les fonctions de pensée* créent des circuits nouméniaux entre unités d'information sémantique à partir d'unités d'information sémantiques.

L'automatisation des fonctions sémantiques fonde la possibilité d'une automatisation des fonctions herméneutiques : celles qui créent les unités d'information sémantique (*URL*, *C*, *USL*) et celles qui produisent les connaissances (circuits nouméniaux). Il n'y a pas d'Hypercortex possible, pas de mémoire numérique universelle au service de l'intelligence collective, sans une transformation automatique et conventionnelle entre *USL* et circuits sémantiques interprétés en langues. En effet, la disponibilité d'*USL* pourvus d'une signification est la condition *sine qua non* de la création automatique des unités d'information sémantique et de leurs circuits. C'est donc bien l'existence de la machine sémantique IEML qui fonde la possibilité de mettre en œuvre une mémoire herméneutique. Les *USL*, les circuits sémantiques, les unités d'information sémantiques et les circuits nouméniaux sont des constructions automatisables. Mais pour être automatisables, elles n'en sont pas moins libres, transparentes et... hypothétiques. A ce titre, comme toutes les hypothèses, elles peuvent être déconstruites.

13.6. Sagesse

Rien n'empêchera jamais que l'on catégorise les données ou que l'on mette les unités d'information en contexte « à la main ». Tout mon effort en décrivant le modèle cognitif de l'Hypercortex est évidemment de montrer que ces opérations sont *automatisables* et que cette automatisation peut augmenter l'intelligence collective des conversations créatrices en ligne. Mais la *programmation* des fonctions de perception ou de pensée n'est pas elle-même automatisable. Elle relève de la libre décision des communautés concernées et plus généralement d'une *sagesse pratique* qu'Aristote dénommait *phronésis* et que l'on traduit généralement par prudence³³. En explicitant - et donc en augmentant - les processus de cognition collective, cette sagesse poursuit une finalité bien concrète plutôt que contemplative : elle s'accorde aux besoins effectifs d'une communauté. Son bien (ou son effort vers le meilleur) se trouve dans un *juste milieu* entre les excès et les manques. Elle se confronte à des problèmes de dosage et d'équilibre : comment mesurer, évaluer, catégoriser, généraliser sans donner trop d'importance à certaines données mineures, sans négliger les « signaux faibles », mais sans passer à côté de l'essentiel ? Comment mettre les informations en contexte, mais sans se noyer dans les généralités ? Cette sagesse du milieu ne consiste évidemment pas à suivre aveuglément la majorité ou à s'en tenir à quelque moyenne statistique. Elle réclame au contraire fermeté, courage et indépendance de jugement, sans oublier la capacité de critiquer ses propres décisions au vu de leurs résultats. Or si une telle sagesse pratique peut et même doit *produire* des règles déterministes - celles des jeux d'interprétation collective - son opération intime elle-même ne peut *relever* de règles déterministes. Elle pourra tout au plus faire appel à des heuristiques, à des méthodes de stimulation de l'invention et d'ouverture aux situations. Si la connaissance est l'organisation de la mémoire, la sagesse en est l'organisatrice. Au sommet de la hiérarchie donnée-information-connaissance-sagesse, la sagesse est confrontée au problème de l'aménagement d'une mémoire : comment concevoir les fonctions de perception et de pensée (qui vont déterminer les modes de filtrage et de fouille) les mieux adaptées aux besoins et aux désirs d'une conversation créatrice ? Comment construire des unités d'information à partir des données, et des connaissances à partir des informations ? Quels sont les récits organisateurs qui donnent sens aux idées ?

L'information est une interprétation des données et la connaissance une interprétation des informations. C'est pourquoi la sagesse qui règle les opérations cognitives de la mémoire ne peut découler de quelque précepte absolu, ou d'une science prétendument objective. C'est une sagesse *herméneutique*, donc éminemment libre et ouverte, qui propose des conventions à des communautés particulières plutôt que des vérités transcendantes et universelles. L'expérience historique de l'humanité nous montre que

33. Voir Aristote, *Ethique à Nicomaque*, notamment le livre VI. Voir aussi, de Pierre Aubenque, *La Prudence chez Aristote* [AUB 1963]. La prudence pratique (*phronésis*) s'oppose à la sagesse théorique (*sophia*).

la sagesse herméneutique se construit patiemment, dans les parcours entrelacés de traditions d'interprétations sur des *corpora* séculaires. Cette sagesse nécessite une longue mémoire, parce qu'il est de sa responsabilité de réfléchir sur *les effets à long terme* de la manière dont nos conversations créatrices fabriquent leurs unités d'information et dont elles en extraient des connaissances. L'objet ultime de la sagesse herméneutique est de *perfectionner les fonctions cognitives* des communautés qui s'organisent autour d'une mémoire commune, et cela dans un horizon durable d'apprentissage et de découverte.

13.7. Jeux d'interprétation collective

Avant de clore ce chapitre sur la mémoire herméneutique de l'Hypercortex, je voudrais montrer comment les jeux d'interprétation collective peuvent devenir des *outils sociaux*. La conception de ces jeux peut en effet être considérée comme un art ou, si l'on veut, une « sagesse » au service de l'augmentation durable de la puissance cognitive de communautés de joueurs.

Les jeux d'interprétation collective font interagir en une boucle auto-organisatrice des fonctions automatiques - d'une part - et des perceptions, actions et réactions humaines - d'autre part. Les fonctions automatiques peuvent se décomposer en deux grandes classes : les fonctions herméneutiques que nous avons étudiées dans ce chapitre et les fonctions de navigation multimédia qui permettent d'explorer de manière interactive et poly-sensorielle l'univers d'information organisé par l'Hypercortex. Le jeu s'anime à partir du processus de rétroaction continu des joueurs qui produisent de nouvelles données, de nouvelles métadonnées, et qui font évoluer progressivement leurs fonctions herméneutiques et leur système de navigation. On doit considérer un jeu d'interprétation collective comme l'avatar hypercortical d'une conversation créatrice.

13.7.0.3. Lecture-écriture

On peut imaginer des traductions iconiques ou musicales des *USL* en plus de leur traduction en langue naturelle. Au lieu de partir de l'écriture d'un texte au clavier, la construction de circuits sémantiques pourrait se commander par des manipulations d'objets symboliques en réalité augmentée, en utilisant notamment une capture numérique des gestes. La lecture pourrait également être augmentée par une exploration sensori-motrice de circuits hypertextuels dont les nœuds pourraient être des objets figuratifs (au lieu de textes en IEML ou en langue naturelle).

13.7.0.4. Exploration

Pour accéder aux processus cognitifs simulés dans l'Hypercortex, toutes les possibilités sont ouvertes en matière d'interfaces multimédia. Les diverses phases du traitement herméneutique automatisé des données, tout comme leurs résultats, peuvent

être communiquées aux joueurs par le moyen de représentations interactives et immersives, de type réalité virtuelle ou réalité augmentée. En s'inspirant de certains jeux vidéos, il devient possible de concevoir des projections des processus modélisés dans la sphère sémantique vers un espace 3D immersif. Des navigateurs sémantiques devraient faciliter les explorations collaboratives de la sphère sémantique et rendre sensible aux joueurs les régularités et les singularités des processus hypercorticaux.

13.7.0.5. *Rétroaction*

Ayant pris connaissance des processus cognitifs modélisés par l'Hypercortex et qui représentent l'état du jeu d'interprétation collective auquel il participe, l'utilisateur est alors en mesure de produire des données et/ou des métadonnées IEML afin de « répondre » à la situation. Un jeu d'interprétation collective vit donc le long d'une boucle communicationnelle. Cette boucle part de la production distribuée de données. Elle se poursuit par la production - tout aussi distribuée - de métadonnées : catégorisation, évaluation et mesure quantitative des données. Les métadonnées se projettent dans la sphère sémantique, ce qui provoque un traitement associatif ou contextuel automatique : des courants sémantiques coulent dans les circuits nouméniaux de la sphère sémantique et transforment le mouvant paysage de sens de l'Hypercortex. Le résultat des traitements est alors renvoyé aux joueurs sur leurs dispositifs nomades ou par le moyen d'un environnement multimédia immersif en réalité augmentée. Les signaux en provenance de la sphère sémantique synthétisent la dynamique de la mémoire commune résultant des actions de l'ensemble des joueurs. A partir de leur interprétation de ce signal, les utilisateurs peuvent alors produire les données - actions physiques, gestes, expressions symboliques - qui vont orienter ou stabiliser dans le sens désiré les jeux d'interprétation collective auxquels ils participent. Dans un environnement enrichi d'une informatique et d'une robotique ubiquitaires, les joueurs peuvent consulter en tous temps les représentations à jour de leurs jeux favoris. Ils exploitent ces jeux pour coordonner leurs activités, perfectionner leurs fouilles et leurs filtrages d'information, optimiser leurs parcours d'apprentissage en fonction de leurs besoins, organiser et synthétiser rapidement de grandes masses d'information, gérer leurs réseaux sociaux, naviguer dans des paysages urbains, s'orienter dans l'espace géographique et, finalement, prendre des décisions qui vont se refléter dans l'inflexion des flux de données ou l'évolution des fonctions herméneutiques. En accomplissant toutes ces tâches, les joueurs bénéficient des informations et des données émergeant de l'interaction de tous les autres joueurs, quelles que soient les langues maternelles et les institutions d'appartenance des autres participants, et cela de manière « transparente » par rapport aux plates-formes matérielles (ordinateurs, gadgets nomades ou services dans les nuages) qu'ils utilisent.

13.7.0.6. *Coordination des jeux*

Les jeux d'interprétation collective basés sur la sphère sémantique IEML fonctionnent comme des *dispositifs d'organisation interne des conversations créatrices*

grâce à une mémoire distribuée ubiquitaire dotée de capacités de traitement symbolique exploitant toute la puissance computationnelle du médium numérique. Un jeu d'interprétation collective fonctionne donc à la fois comme un instrument d'observation et un poste de pilotage entre les mains d'une conversation créatrice : un vaisseau virtuel explorant la sphère sémantique à sa manière. Et pour peu qu'on jette un œil au hublot, il apparaît dehors une nuée d'autres vaisseaux avec qui l'exploration peut se coordonner. Les différents jeux peuvent entrer en relation puisqu'ils partagent la même sphère sémantique. Au-delà de ses fonctions de gestion des connaissances et d'augmentation cognitive, il va sans dire que l'appareillage de l'Hypercortex peut et doit servir à toutes sortes de modélisations et de simulations scientifiques des processus cognitifs, aussi bien à l'échelle de la cognition personnelle qu'à celle des collectivités et des cultures.

L'économie de l'information (qui donne son nom au langage IEML) coordonne l'ensemble des jeux d'interprétation collective animant l'Hypercortex. Tous les jeux sont en coopération compétitive dans une économie générale de l'information où s'échangent données, unités d'information sémantiques (données catégorisées, évaluées), circuits sémantiques, circuits nouménaux et modules fonctionnels des modèles cognitifs. C'est *cette* économie de l'information sémantique - une économie dont les fonctions herméneutiques sont transparentes et librement choisies - qui rend désormais possible une exploration scientifique de l'écosystème cognitif humain tel qu'il s'exprime dans le médium numérique.

Chapitre 14

Perspective humaniste : vers une connaissance explicite

La généralisation du médium numérique entraîne déjà une profonde mutation de la sphère publique. Le changement en cours est de type « civilisationnel » et doit être pensé à l'échelle de plusieurs générations, comme lors de l'invention de l'écriture, de l'alphabet ou de l'imprimerie. Et de même que les précédentes mutations de la communication ont conditionné ou provoqué (sans les déterminer mécaniquement) des transformations dans les formes de connaissance, la mutation en cours nous réserve probablement une révolution scientifique dont il est encore difficile de prévoir le contour exact mais dont le modèle IEML laisse transparaître certains horizons intellectuels et méthodologiques. Je vais particulièrement explorer dans ce chapitre la manière dont l'Hypercortex pourrait contribuer au *renouveau des sciences humaines*. On peut voir sur la carte conceptuelle de la figure 14.1 qu'il sera question ici de la *culture* étudiée par les humanités et les sciences sociales, c'est-à-dire de *l'intelligence collective humaine*. Si cette intelligence *peut se réfléchir* dans le miroir de l'Hypercortex, comment le paysage des sciences humaines en sera-t-il transformé ?

14.1. Contexte

Le contexte général de la transformation des sciences humaines a déjà été brossé au chapitre 5. Je rappelle notamment ce que j'ai déjà énoncé au sujet des enjeux, des faiblesses et des forces des sciences humaines contemporaines. Du côté des enjeux, le thème du développement humain commence à s'imposer de manière croissante. Il est clair que les sociétés qui financent la recherche publique et l'enseignement dans les sciences humaines s'attendent à des « retombées » en termes de sécurité, de prospérité économique, de santé publique, de bien-être, d'innovation, de fécondité culturelle, de

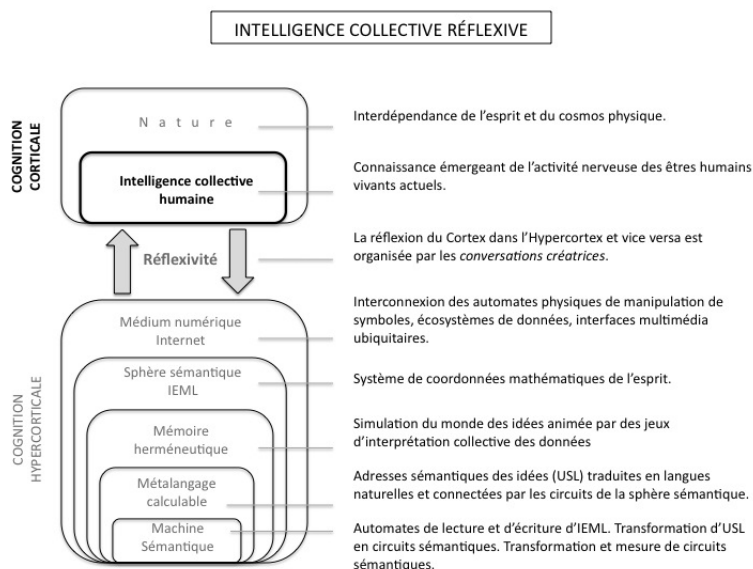


Figure 14.1 – Situation du chapitre 14 sur la carte conceptuelle de l'intelligence collective réflexive

transmission des héritages, etc. Du côté des faiblesses, j'ai déjà noté la fragmentation disciplinaire et théorique ainsi que la rareté des modèles calculables de la production sociale de sens. Du côté des forces, enfin, on peut déjà constater la montée de nouvelles formes de collaboration et d'observation (disponibilité des données) permises par le médium numérique.

14.1.1. *Transnationalité, transdisciplinarité et démocratisation des sciences humaines*

Je voudrais maintenant ajouter quelques éléments à cette description du contexte. Les sciences de la nature matérielle sont « universelles » au sens où elles partagent le même métalangage scientifique (système de coordonnées, unités de mesure, éléments atomiques, molécules, etc.). Il est clair que les sciences humaines n'en sont pas encore à ce point de maturité. Il faut néanmoins noter une tendance vers l'universalité ouverte qui se marque par trois poussées parallèles nettement sensibles dans les universités contemporaines : la mondialisation transnationale, la collaboration transdisciplinaire et la démocratisation. Ces trois évolutions sont déjà et continueront à être démultipliées dans le futur par l'expansion du médium numérique, un médium d'emblée mondial et hypertextuel dans lequel chacun peut devenir auteur, lecteur, documentaliste, interprète, commissaire d'exposition, éditeur, etc.

1) La *mondialisation* se marque par les échanges d'étudiants, la mobilité de nombreux professeurs, la multiplication des colloques internationaux, la domination des revues internationales, les privilèges et subventions accordés aux coopérations et aux réputations transnationales, etc. Même s'il existe encore évidemment des traditions et des références purement nationales ou rattachées à une certaine aire linguistique, la tendance générale est à l'*internationalisation* des références et des courants théoriques.

2) Les trois ou quatre derniers siècles ont été marqués par une phase de *différenciation* disciplinaire des sciences humaines à partir des arts libéraux, de la philosophie et de la théologie. Nous assistons aujourd'hui à une tendance inverse qui valorise les efforts vers une *convergence* multidisciplinaire, interdisciplinaire et transdisciplinaire. Il ne s'agit évidemment que d'une tendance plutôt que d'une tombée irréversible des cloisonnements disciplinaires. On constate néanmoins que beaucoup d'universités encouragent les étudiants à suivre des parcours d'apprentissage transdisciplinaires. Par ailleurs, les programmes de communication, de sciences de l'éducation et de gestion, transdisciplinaires par nature, ne désemploient pas.

3) Le mouvement le plus lourd de sens est sans doute ce que l'on pourrait appeler la démocratisation des sciences humaines. Cette démocratisation est d'abord *démographique* puisque, dans tous les pays, une fraction de plus en plus importante d'une génération suit des études supérieures, dont une grande partie en sciences humaines. La démocratisation concerne ensuite le *genre* puisque, dans la plupart des pays riches, la population étudiante féminine a dépassé ou est en voie de dépasser la population étudiante masculine. La démocratisation des sciences humaines - et de l'université en général - touche enfin les *classes* défavorisées, les *castes* « inférieures », les *nations* anciennement colonisées, les (prétendues) *races* opprimées et en général toutes les *minorités* ethniques, sexuelles, linguistiques, religieuses ou autres. Parallèlement à toutes ces démocratisations de fait se produit une démocratisation de droit, ou idéologique, qui promeut la mémoire et le discours des opprimé(e)s, des vaincu(e)s, des premières nations et en général de toutes les subjectivités réputées avoir été étouffées par une orthodoxie ou un pouvoir. Par conséquent, le corpus de base des sciences humaines n'est plus limité aux classiques soigneusement sélectionnés autour desquels les élites traditionnelles construisaient, réfléchissaient et raffinaient leurs subjectivités personnelles ou collectives. Ce corpus s'élargit maintenant à l'ensemble des productions culturelles de l'humanité. Le nouveau corpus virtuel comprend notamment les productions symboliques exclues des objets dignes d'étude par l'université (créée par l'église catholique à la fin du XII^e siècle) et par les groupes socio-culturels qui ont longtemps dominé la production légitime de savoir sur l'humain. Je note enfin que l'éclatement du corpus et la multiplication des points de vue n'atteint pas seulement l'université issue de la chrétienté latine. Elle ébranle en fait *toutes les traditions lettrées*, y compris les traditions chinoise, indienne, arabo-musulmane, etc.

14.1.2. *Agendas et enjeux de pouvoirs*

La voie d'intelligence collective que j'indique ici pour les sciences humaines *prend acte* de la mondialisation en cours de la communauté des étudiants et des chercheurs, du besoin croissant de transdisciplinarité ainsi que de l'ouverture du corpus et des angles d'attaque. Dans la foulée de la démocratisation idéologique que je viens d'évoquer, je tiens pour acquis que tout discours se réclamant des sciences humaines peut être interprété comme étayant un *agenda* conceptuel, théorique, affectif, subjectif, identitaire, économique, social, politique, etc. Il est clair que le caractère agissant des discours ne s'arrête pas à la porte de l'université : toute production symbolique croise des enjeux de pouvoir. Les chercheurs et les enseignants, tout comme leurs relais dans les sphères médiatique, économique et gouvernementale, peuvent donc légitimement être soumis à ce type d'interprétation, quels que soient leurs orientations idéologiques (au sens large) ou politiques. Ce qui distingue les *sciences* humaines n'est pas leur neutralité objective (quelle production symbolique pourrait y prétendre ?), mais le caractère explicite, systématique, modélisé, réflexif, documenté et conversationnel (citations, ouverture au débat) de leur démarche et de leur discours. La cognition symbolique est un processus interprétatif de part en part. C'est là le point où les sciences humaines sont désormais parvenues : la chose n'a plus besoin d'être démontrée. Le problème consiste maintenant pour ces sciences à trouver le chemin d'une inter-discursivité réfléchie (un dialogue civilisé) *entre* les traditions ou les écoles d'interprétation et de mettre ce dialogue, cette intelligence collective ouverte, au service du développement humain ¹. Le modèle IEML de la cognition symbolique propose une solution à ce problème. Selon cette solution, l'esprit humain se présente sous la forme d'une nature universelle, symétrique et libre à la complexité inépuisable. Ce chapitre se présente en deux sections. Comme nous le verrons dans la section 14.2, lorsque *l'informatique humaniste* se sera emparée d'IEML, elle deviendra le *véhicule méthodologique* de la révolution scientifique qui s'annonce. Dans la seconde section, 14.3 je me livre à une méditation philosophique sur la thèse principale de cette révolution, à savoir que l'augmentation de l'intelligence collective (et donc de la puissance) des communautés humaines passe principalement par une *connaissance de soi explicite*.

14.2. Méthodologie : l'informatique humaniste

14.2.1. *Science de l'intelligence collective et intelligence collective des sciences humaines*

Avant le modèle IEML, on ne disposait d'aucune unité de mesure sérieuse ni de méthodes scientifiques rigoureuses pour étudier l'intelligence collective. Les quelques efforts qui avaient été tentés dans cette direction² se contentaient généralement de

1. Sur la notion de développement humain, voir la section 5.1.

2. Voir par exemple les travaux du *Center for Collective Intelligence* du MIT <http://cci.mit.edu/>

choisir une batterie d'indicateurs et de mesurer des *quantités* (un « quotient d'intelligence collective »), alors qu'il faut évidemment décrire des dynamiques de systèmes, des *patterns* d'évolution, des modèles de transformations de forces et de valeurs *dans un univers* d'idées en interaction écologique. C'est précisément ce manque de méthode scientifique élaborée pour traiter la dimension sémantique de l'intelligence collective que vient combler le modèle IEML.

La plupart des approches contemporaines maintiennent la distinction classique entre l'objet étudié et le sujet de l'étude. Or ce que vise le modèle IEML est une connaissance réflexive des intelligences collectives *par elles-mêmes*. Si nous nous refusons la réflexivité à l'intelligence collective, il ne pourrait être garanti que le prétendu « objet » étudié (un groupe humain) n'ait pas développé de dimensions cognitives qui échappent radicalement à ceux qui se prétendent les spécialistes de sa mesure ou de son évaluation. Par contraste, le modèle IEML incorpore une approche radicalement ouverte, dialogique et symétrique (ou réciproque : l'objet et le sujet échangeant leurs rôles). En effet, les conversations créatrices sont elles-mêmes les sources ultimes des fonctions de catégorisation, d'évaluation et d'association qui règlent leurs jeux d'interprétation collective³. L'image présentée à l'observateur est une image réflexive. Une conversation créatrice *se voit soi-même* en observant ses jeux d'interprétation collective dans le miroir de l'Hypercortex. Or les différentes disciplines, traditions herméneutiques ou écoles de pensée des sciences humaines peuvent évidemment être considérées comme des conversations créatrices organisant et exploitant les données numérisées sur le Web. Chacune de ces écoles, chacune de ces disciplines possède un point de vue original qui est traitée de manière symétrique (sans aucun « favoritisme ») par la machine sémantique IEML. Si bien qu'une science réflexive, perspectiviste et collaborative de l'intelligence collective invite nécessairement à *une intelligence collective des sciences humaines*.

Je vais maintenant rappeler, avant de parler de son véhicule méthodologique, le cadre épistémologique et l'orientation théorique du projet d'intelligence collective que propose IEML aux sciences humaines.

1) *Fondement épistémologique*. La voie de l'intelligence collective des sciences humaines se déploie dans une nature universelle de l'esprit, libre et inépuisablement complexe. Du point de vue de la machine sémantique IEML qui simule les jeux d'interprétation collective comme des flux de courant dans des circuits, c'est-à-dire comme des *variables opératoires symétriques*, tous les jeux sont équivalents : chacun d'eux est « à égale distance » du centre où elle se trouve. Au sein de cette nature perspectiviste, chaque système cognitif se trouve en position de réfléchir les autres à partir de son propre point de vue. Si l'on considérait la sphère sémantique IEML comme la constitution politique d'une cité et les systèmes cognitifs comme des citoyens exerçant

3. Sur la notion d'anthropologie réciproque notamment développée par Alain Le Pichon, voir la revue *Transcultura* <http://transcultura.jura.uni-sb.de/english/index.html>

simultanément leur puissance cognitive dans cette cité, on obtiendrait une démocratie organisée selon un strict principe de séparation des pouvoirs. Du côté de la liberté individuelle des citoyens, le seul pouvoir autorisé à intervenir effectivement dans l'organisation d'un système cognitif (un mode d'interprétation, une école de pensée) ne serait autre que ce système cognitif lui-même. Du côté du dialogue délibératif et de l'intelligence collective, chaque citoyen posséderait une juridiction virtuelle sur tous les autres par sa capacité de les réfléchir - et donc de les interpréter - à sa manière. La puissance computationnelle de la sphère sémantique IEML donne accès à la mécanisation à grande échelle de cette interprétation réciproque.

2) *Orientation théorique*. Une fois posé l'environnement où se déroule le voyage, quelle est la direction du chemin auquel sont conviées les sciences humaines ? Qu'on me permette de préciser tout d'abord qu'il ne s'agit pas d'un trajet linéaire d'un point A à un point B mais du rassemblement et de la croissance omnidirectionnelle d'une cité cognitive auto-réfléchissante. Nous partons d'une situation où des essentialismes réificateurs fragmentent la nature de l'intelligence collective et peinent à interpréter (à transformer en connaissance utile) le flot océanique des données. Nous visons l'expansion d'un espace public ouvert, animé par de puissantes écoles de pensée, ou conversations scientifiques créatrices. Ces écoles distinctes - et même compétitives - pourront collaborer dans l'interprétation des données grâce au perspectivisme cognitif calculable offert par la sphère sémantique IEML. La multitude des conversations créatrices édifiera une mémoire herméneutique vivante sur le canevas topologique de la sphère sémantique, comme la croissance d'un récif corallien illuminant l'océan des données selon ses myriades de perspectives intellectuelles.

3) *Véhicule méthodologique*. Afin de faire progresser ce projet de civilisation, nous avons besoin d'une ingénierie capable d'automatiser - *sur un mode interopérable* - la transformation des données en connaissance réflexive : production et transformation de circuits sémantiques, catégorisation de données multimédia, production de courant sémantique, production et transformation de circuits nouméniaux... L'interopérabilité des automates sémantiques sera bien entendu assurée par le métalangage commun fourni par IEML. Le rôle propre de l'informatique humaniste (*digital humanities*), et tout particulièrement de l'ingénierie sémantique IEML, sera d'outiller les conversations créatrices, écoles de pensées et systèmes cognitifs dans leur entreprise de création de connaissance à partir des données.

14.2.2. *Qu'est-ce que l'informatique humaniste aujourd'hui ?*

En suivant l'italien *informatica humanista*, je traduis l'anglais *digital humanities* par l'expression *informatique humaniste*. L'informatique humaniste se situe à l'intersection de l'ingénierie informatique et des sciences humaines. Elle s'occupe des méthodes de structuration et d'exploitation de corpus numérisés pour les « humanités »

et les sciences sociales⁴. Ces méthodes comprennent notamment : le codage, l'imposition de métadonnées, la fouille (*data mining*) et la représentation (notamment visuelle) de données ainsi que toutes les formes d'annotations collaboratives permettant d'entretenir une sorte de séminaire virtuel permanent autour d'un corpus déterminé. L'informatique humaniste réfléchit également sur l'impact de ses propres méthodes sur les héritages culturels et les institutions de conservation de la mémoire telles que les archives, musées et bibliothèques. Elle étudie enfin la « culture numérique » dans son ensemble, c'est-à-dire le nouvel environnement social et symbolique qui se développe dans le médium numérique. Les chercheurs qui travaillent dans le champ de l'informatique humaniste sont particulièrement intéressés par l'exploration et l'analyse des nouvelles formes de publication et de lecture (notamment hypertextuelles) permises par le médium numérique, y compris leurs conséquences sur la recherche et l'enseignement. Il est facile de prévoir que dans une génération - ou moins - l'immense majorité des activités des chercheurs en sciences humaines sera informatisée, si bien que l'expression « *digital humanities* » deviendra pléonastique.

14.2.3. Une nouvelle écriture au service des sciences humaines

Jusqu'à maintenant, l'informatique humaniste s'est principalement contentée d'utiliser ou d'aménager les outils fournis par les ingénieurs pour analyser, mettre en forme et annoter des corpus de textes ayant été composés au moyen d'écritures statiques. Certaines des réflexions les plus avancées de l'informatique humaniste concernent la transformation des genres « livre » et « article » au profit de processus fluides, interconnectés et ubiquitaires de lecture-écriture collaborative dans des médias sociaux adaptés aux besoins des chercheurs. Mais il ne s'agit là que du commencement d'un processus de mutation culturelle qui ne s'arrêtera pas en si bon chemin. En effet, l'évolution du médium numérique permet d'envisager *de nouveaux systèmes d'écriture*, beaucoup plus puissants que les écritures statiques héritées de la tradition.

IEML est à ma connaissance le premier exemple d'un nouveau genre d'écriture (ou de codage du sens) délibérément conçu pour exploiter au profit de la recherche en sciences humaines toutes les ressources de mémoire et de calcul du médium numérique. La prémisse explicite du programme de recherche fondé sur IEML est que *le nouveau corpus des sciences humaines n'est autre que l'ensemble des flux et stocks de données du Web*. Dès lors, IEML peut jouer le rôle d'un métalangage permettant, entre autres : la catégorisation des données, l'hypertextualisation automatique des données catégorisées, l'arrangement des informations en circuits sémantiques et le calcul automatique de chemins et de distances entre ces informations. Je rappelle que les textes IEML sont appelés des USL (pour *Uniform Semantic Locator*) et que chaque USL

4. Voir par exemple [SIE 2004].

est une variable d'un groupe de transformation *dont les opérations algébriques correspondent à des opérations sémantiques*. Ecrire en IEML revient donc à concevoir des circuits sémantiques capables de canaliser des flux d'information ou à construire des filtres de données, voire des outils de fouille. Lire en IEML revient à effectuer des analyses comparatives automatisées entre structures sémantiques et à prélever des informations sur les flux canalisés par ces structures. Dans le nouvel environnement intellectuel instauré par la sphère sémantique IEML, la collaboration en recherche prend la forme de *l'aménagement de jeux d'interprétation collective*, des jeux dont les règles automatisent la catégorisation, l'évaluation et la mise en contexte des données.

14.2.4. *Le codage et l'exploitation sémantique des données*

D'un point de vue humaniste, la plupart des grandes civilisations - ou traditions intellectuelles - sont basées (1) sur un système d'écriture, (2) sur un corpus ouvert de « classiques » rédigés dans cette écriture et (3) sur un ensemble de disciplines intellectuelles permettant d'extraire du corpus le maximum de sens pertinent. Or, je le répète, le Web devient le nouveau corpus des sciences humaines. Mais le Web exprime ses données par une multitude de systèmes symboliques « naturels » (langues, écritures statiques, vidéo, musique, jeux interactifs, programmes, etc.). Nous avons vu que ces systèmes symboliques sont disparates, que leur traduction automatique est problématique et que leur adressage physique (les URL) est sémantiquement opaque. En outre, la plupart des systèmes de notation ou de représentation aujourd'hui en usage, du fait de leur irrégularité, peuvent rarement être traités autrement que par des méthodes statistiques. La principale finalité d'IEML est le recodage sémantique des données du Web au moyen d'USL sémantiquement transparents. Ce codage doit évidemment s'effectuer de manière libre, ouverte et collaborative. Coordinné par la sphère sémantique IEML, l'Hypercortex a notamment pour vocation de constituer *l'unité opératoire* du nouveau corpus des sciences humaines. Mais loin d'être uniformisante, il s'agit d'une unité *perspectiviste*, mettant en rapport de symétrie une multitude innombrable de points de vue distincts. IEML est un langage régulier, dont la syntaxe et la sémantique sont calculables, qui est automatiquement traductible en langues naturelles et qui ouvre des possibilités de notation de sens quasiment infinies. Il s'agit maintenant d'utiliser cet outil symbolique pour unifier le nouveau corpus des sciences humaines (le contenu du Web) tout en multipliant les possibilités d'interrogation et d'interprétation des données.

La logique et les statistiques ne suffisent pas. On ne pourra automatiser la création et l'exploitation de l'information sémantique qu'en recueillant le très ancien héritage herméneutique des sciences de l'homme ⁵. Alors, et alors seulement, l'humanité aura acquis quelque maîtrise symbolique de la puissance informatique. Les chercheurs en

5. Voir le chapitre 13.

informatique humaniste sont donc invités à participer au développement d'une nouvelle tradition intellectuelle. Les outils et les méthodes de cette tradition pourraient être beaucoup plus puissants que ceux des traditions antérieures parce qu'ils s'appuient à la fois (a) sur la puissance de calcul et de mémoire du médium numérique (b) sur les capacités « sociales » de communication et de collaboration humaines ouvertes par ce médium et (c) sur la coïncidence - réalisée par IEML - entre un système généraliste de notation du sens et une topologie hypertextuelle structurée par un groupe de transformations calculables. Pour les sciences physico-biologiques « le grand livre de la nature est écrit en langage géométrique ». La géométrie est ici considérée comme une méthode de décodage du texte phénoménal naturel. De même, pour les sciences humaines engagées sur la voie de l'intelligence collective réflexive, le grand hypertexte opaque du Web sera décodé dans l'hypertexte transparent de la topologie sémantique IEML.

Le lecteur peut maintenant entrevoir le développement d'une nouvelle tradition intellectuelle. IEML occupe la fonction *d'écriture savante* de cette tradition. Cette écriture intrinsèquement multilinguistique et calculable tisse automatiquement les relations sémantiques entre ses textes. Les données publiques du Web représentent le *corpus* de classiques très précieux de la nouvelle tradition. Et finalement les conversations créatrices tiennent le rôle des *libres herméneutes associés* extrayant du corpus le maximum de sens pertinent. La finalité ultime de la nouvelle tradition intellectuelle est de domestiquer la puissance de calcul désormais disponible pour la mettre au service de la réflexivité de l'intelligence collective humaine et d'ouvrir ainsi la voie à la civilisation du futur.

14.3. Epistémologie : expliciter la cognition symbolique

14.3.1. *Connaissance réflexive et connaissance irréflexive*

La civilisation qui vient d'être évoquée se veut universelle, mais son universalisme ne vise nullement l'imposition autoritaire d'une doctrine ou d'une orthodoxie aux dépens d'autres doctrines réputées hétérodoxes. Il s'agit d'un universalisme ouvert, non totalisant : toutes les manières de faire sens appartiennent à la même et unique sphère virtuelle infinie du pensable générée par la cognition symbolique humaine ⁶ !

Cet universalisme ouvert représente une voie de *fécondité cognitive* qui contraste avec deux attitudes stérilisantes : le monisme uniformisant et le pluralisme séparateur. Le monisme totalisant, excluant ou impérial voudrait « homogénéiser » l'esprit humain et prétend déduire de l'unité du terrain de jeu (la cognition symbolique)

6. Voir mon ouvrage *Cyberculture* [LVY 1997], où j'ai développé le concept d'*universel sans totalité*.

la légitimité exclusive d'une seule règle du jeu (une seule manière de connaître). A l'autre extrême, le pluralisme séparateur « essentialise » les différences historiques, culturelles ou existentielles, que ce soit sur des bases raciales, religieuses, sexuelles, nationales, politiques, théoriques ou autres. En cloisonnant l'humanité, ce pluralisme rigide exclut certains points de vue, il bloque le dialogue réflexif et l'interprétation réciproque.

L'universalisme ouvert porté par le modèle IEML de l'esprit se veut réflexif, c'est-à-dire que chaque étape, chaque opération du processus cognitif peut être *décrite explicitement*, partagée, et reconnue pour ce qu'elle est : un choix, une décision librement assumée parmi une multitude d'autres choix possibles. La connaissance réflexive répond à une attitude perspectiviste. Par contraste, une connaissance irréflexive, au lieu de considérer la singularité de son propre fonctionnement cognitif, *projette* ce fonctionnement sur l'objet de sa cognition et déclare : « telle est l'essence de cet objet ». La connaissance *irréflexive* se manifeste comme une *croyance essentialiste*. L'irréflexion implique un durcissement, une sclérose de la cognition qui limite sa souplesse, sa puissance, sa capacité d'adaptation, d'évolution, d'apprentissage, d'innovation et de création et - ultimement - affaiblit ou met en danger sur le long terme le groupe humain (ou l'individu) qui entretient l'opacité et l'illusion essentialiste sur ses propres processus cognitifs. De plus, l'attitude essentialiste multiplie les obstacles au dialogue inter ou trans-disciplinaire dont chacun convient que les sciences de l'esprit ont le plus urgent besoin pour résoudre les problèmes du développement humain.

14.3.2. *Le processus cognitif*

La vérité d'une représentation consiste dans la conformité de cette représentation avec la réalité. Or nous avons vu que le propre de la cognition symbolique (au moins dans le modèle IEML) est précisément de *créer* sa réalité, et tout particulièrement *le sens* de cette réalité, à partir d'une sélection de données et de programmes d'interprétation. Dans le cadre de travail qui vient d'être dessiné, une école herméneutique, une conversation créatrice ou un jeu d'interprétation collective ne peut donc prétendre détenir « La Vérité », ni même viser l'approche asymptotique d'une vérité entendue comme conformité au réel. Je ne parle pas ici de l'exactitude des données (la vérité avec un petit « v »), qui doit évidemment faire l'objet de tous les soins des chercheurs. Je parle de la vérité du sens ou de l'interprétation, qui implique nécessairement des *décisions* conceptuelles, axiologiques, narratives et pratiques. Mais si la vérité objective ne peut être retenue comme critère de scientificité, que nous reste-t-il ? Sommes-nous condamnés à un relativisme stérile ? N'y-t-il donc aucune différence entre connaissance et ignorance ?

Dans la nouvelle orientation que je propose ici pour les sciences humaines, il est bel et bien possible de partager entre connaissance scientifique et connaissance ordinaire et même de perfectionner asymptotiquement la connaissance scientifique. Il

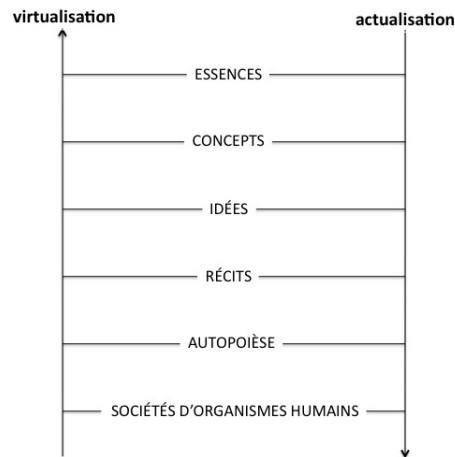


Figure 14.2 – Les degrés du processus cognitif

suffit d'adopter - au lieu de la vérité - la *réflexivité* comme critère de la connaissance. Le modèle IEML de la cognition symbolique que j'ai exposé aux chapitres précédents permet de décomposer le processus cognitif en étapes et d'examiner, pour chacune d'elle, son degré de réflexivité. Dans les lignes qui suivent, les étapes du processus cognitif sont analysées en *phases logiques* et non pas sur le mode d'une succession chronologique. Si je devais adopter un point de vue chronologique, il me faudrait décrire un processus auto-organisateur en boucle dans lequel il serait impossible d'assigner une priorité absolue ni au mouvement de virtualisation, ni au mouvement d'actualisation (voir la figure 14.2).

14.3.3. Les essences : puissance de cognition symbolique

Considérons d'abord la *pure et simple capacité d'identifier des symboles* ou des arrangements symboliques. Supposons qu'à chaque arrangement symbolique distinct perçu par les sens l'esprit fasse correspondre une « essence » distincte dans son for intérieur. Les essences n'ont *a priori* aucune détermination particulière, ce ne sont que des « lieux » distincts dans lesquels peuvent être distribués des formes ou des concepts. On peut comparer les essences aux points d'un système de coordonnées, aux cotes d'une mémoire symbolique ou aux cases d'un gigantesque jeu de l'esprit. Les essences sont formalisées en IEML par des ensembles d'ensembles de séquences d'une poignée de symboles primitifs (les *USL*). A ce stade, les essences n'ont pas encore de sens, ce ne sont que des codes identificatoires. Elles sont, par nature, vides de toute interprétation particulière. Ce vide est essentiel car, sans lui, l'esprit humain

ne serait pas capable d'utiliser une foule innombrable de systèmes symboliques ou de jeux d'interprétation collective différents. J'ajoute qu'avec les cases de cet échiquier cosmique vient une capacité en principe illimitée d'interconnexion et de traçage de chemins entre leurs adresses ainsi qu'un mécanisme programmable de manipulation du contenu des cases. Associée aux mécanismes qui l'animent, le gigantesque échiquier des essences représente une source de complexité inépuisable, mais computable. Qu'on se représente chaque essence comme un micro-miroir intellectuel capable de refléter n'importe quel concept et le terrain de jeu fondamental de l'esprit comme un macro-miroir capable de refléter ou de projeter n'importe quel système de relations entre essences. Les essences sont en quelque sorte les pixels d'une immense rétine intellectuelle. C'est grâce à cette rétine que la cognition symbolique est possible.

14.3.4. *Les concepts : cognition intellectuelle*

A la deuxième phase logique de la cognition, les cases vides et réfléchissantes du ciel des essences sont « occupées » par des concepts et sont interconnectées de manière déterminée. Comme nous l'avons vu plus haut à de nombreuses reprises, aucun concept particulier n'a de sens isolément, hors de son interdépendance avec d'autres concepts, qu'il s'agisse d'une interdépendance paradigmatique ou syntagmatique. Un concept brille comme une constellation dans la nuit des essences. Dans le modèle IEML, l'interdépendance des concepts se marque par des graphes de relations explicites ou circuits sémantiques. Dès que les essences (les pixels cognitifs) sont sémantiquement définies et interconnectées, elles réfléchissent des concepts. En général, ce sont des systèmes symboliques, linguistiques ou autres, qui déterminent les concepts et organisent leurs relations. L'affichage de significations déterminées par le processus cognitif résulte d'une *projection conceptuelle* sur le fond réfléchissant des essences. Cette projection initiale fixe le calendrier conceptuel d'un système cognitif : des réseaux et des cycles fractals de constellations de sens. Dans les faits, la détermination de l'agenda intellectuel de la cognition résulte souvent d'une composition synthétique ou syncrétique de plusieurs systèmes symboliques.

Au niveau de la cognition intellectuelle, la réflexivité cognitive consiste à reconnaître explicitement la structure du système symbolique qui organise les rapports entre significations. Par contraste, une connaissance *irréflexive* ne reconnaît pas son propre acte de cognition conceptuelle. La connaissance irréflexive la plus opaque s'imagine que chaque concept possède une signification de manière séparée, indépendamment de ses relations avec les autres concepts, hors des constellations intellectuelles qui le définissent. Ici, les concepts sont « essentialisés ». Une connaissance irréflexive un peu moins opaque reconnaîtra que les significations des concepts sont interdépendantes mais n'assumera pas le choix du système symbolique qui conditionne cette interdépendance. Dans ce dernier cas, c'est le système symbolique dans son ensemble (par exemple une langue) qui est essentialisé, c'est-à-dire considéré comme « vrai », « objectif », « normal », etc. Dans tous les cas, la connaissance irréflexive consiste à

s'imaginer que les essences sont spontanément porteuses de concepts déterminés au lieu de réaliser qu'elles se contentent de réfléchir l'activité d'un système cognitif quelconque. Chaque système symbolique - chaque langage distinct - projette sur la rétine essentielle des figures intellectuelles différentes.

Dans le modèle IEML, la cognition intellectuelle est intégralement explicitée par la machine sémantique. En particulier, le dialecte STAR permet de réfléchir la projection des concepts en langues naturelles sur les essences (les USL) avec un maximum d'explicitation puisque le processus est automatisé. Grâce à cette computabilité sémantique, les constellations conceptuelles prennent ici la forme d'un graphe fractaloïde hypercomplexe, mais symétrique et formellement déterminé, que j'ai appelé la sphère sémantique.

14.3.5. *Les idées : cognition affective*

Les concepts projetés par les essences à la phase de la cognition intellectuelle, se projettent à leur tour sur des données sensorielles ou multimédia que j'ai baptisées du terme très général de percepts. Cette seconde phase implique nécessairement une force affective qui fonctionne comme énergie de liaison (répulsive, attractive ou neutre) entre un concept et un percept. La force affective, je le rappelle, est représentée dans le modèle IEML par un *courant* dans les circuits de la sphère sémantique.

Le stade affectif de la cognition correspond à un processus éminemment complexe. Il comprend 1) la production ou la sélection du percept qui donne à l'idée son contenu sensoriel, 2) la sélection du concept qui donnent à l'idée son adresse sémantique, 3) la détermination de l'énergie affective qui connecte un percept et un concept. Ces trois sous-processus sont logiquement simultanés. Le résultat de cette seconde phase logique de la cognition symbolique - *l'idée* - se présente donc comme l'union d'un percept et d'un concept sous l'effet d'une force affective.

Certain(e)s lecteurs(trices) auront peut-être élevé quelque doute face à ma modélisation des affects par des nombres, avec l'intuition, d'ailleurs fort juste, que ce que l'on appelle habituellement une émotion peut se manifester de manière indéfiniment subtile ou nuancée et échapperait par là à une quelconque modélisation numérique. Mais ce doute vient de ce que, dans le vocabulaire ordinaire, non technique, l'affect ou l'émotion désigne ce que je nomme, dans mon vocabulaire technique, une idée. En effet, il est impossible à l'esprit humain de ressentir une émotion « pure », sans aucun aspect perceptuel ou conceptuel ⁷. Lorsque l'on veut insister sur sa force affective, on aura tendance à désigner une idée comme une « émotion » bien qu'elle comporte

7. Comme il est d'ailleurs impossible d'expérimenter un concept ou un percept « purs ». Ce ne sont jamais que des idées qui se présentent à l'esprit.

aussi des parts conceptuelle et sensorielle. Ce sont le concept et le percept de l'idée qui confèrent à cette « émotion » les mille nuances qualitatives et existentielles qui ne sont pas contenues dans l'intensité et la polarité de l'affect. Dans mon vocabulaire technique, l'affect ne désigne que la force, ou l'énergie sémantique, d'une idée. Je rappelle que l'idée est désignée dans le modèle IEML par une unité d'information sémantique (voir la figure 11.5).

Le sens existentiel d'une idée vient de l'activité affective qui la génère, activité où confluent, selon le modèle IEML, plusieurs fonctions herméneutiques distinctes (voir les figures 13.3, 9.3 et 7.5). De même qu'un concept ne peut être connu indépendamment du système symbolique qui le détermine et le connecte à d'autres concepts, une idée ne possède aucune existence autonome. Elle tient toute sa réalité de la cognition affective qui sélectionne, catégorise et évalue les percepts. Dans le modèle IEML, la cognition affective est décrite par des fonctions herméneutiques. Ce sont ces fonctions qui *instituent* les normes de catégorisation et d'évaluation selon lesquelles les idées sont produites.

Au niveau de la cognition affective, la réflexivité consiste à reconnaître explicitement les fonctions de perception et de pensée⁸ qui génèrent les idées. Par contraste, la connaissance non réflexive réifie les actes de cognition affective. Elle s'imagine que les choses et les événements, y compris leur sens, leur texture sensible et leur valeur affective « existent » ainsi (et non autrement) *indépendamment* des processus cognitifs qui les construisent. On pourrait parler à ce sujet d'un essentialisme existentiel. La connaissance *irréflexive* échoue à reconnaître que les essences - qui ne sont jamais que des cases vides, de simples pixels cognitifs en relation de symétrie - reflètent les idées dynamiquement produites par ses propres fonctions sémantiques et herméneutiques. En séparant l'existence des idées du processus qui lui donne vie, la cognition affective irréflexive fusionne de manière illusoire les idées réifiées avec les essences qui les affichent.

14.3.6. *Les récits : cognition narrative*

Je n'ai décrit jusqu'à maintenant que l'aspect statique de la cognition. La cognition intellectuelle déterminait les contours conceptuels des idées et la cognition affective remplissait ces idées de contenus sensoriels et d'énergie symbolique. A la phase de la cognition narrative les idées s'animent. Cette troisième phase correspond aux fonctions de pensée des figures 13.3, 9.3 et 7.5. Ici, l'esprit trace des itinéraires virtuels ou des chemins de transformation entre idées. Il ne s'agit pas d'un déplacement dans l'espace ordinaire, mais d'un mouvement virtuel dans la durée non linéaire et rhizomatique de la mémoire⁹. Des *liens* associatifs entre les idées sont construits par des

8. De nouveau, voir la figure 13.3.

9. Voir [BER 1896].

mécanismes narratifs ou théoriques¹⁰, la théorie n'étant en fin de compte qu'un genre narratif particulier. En racontant des histoires, la cognition narrative crée une nouvelle couche de sens, un sens dynamique qui ne pourrait émerger sans récit ordonnateur.

Au niveau de cette troisième phase logique, la réflexivité de la connaissance consiste à reconnaître que les mouvements virtuels de la narration, comme les fonctions de pensée qui animent ces mouvements, sont fabriqués par le processus cognitif lui-même. Un récit n'a, en soi, rien de « vrai » et n'a pas d'existence indépendante hors du système cognitif où il se développe. La narration est *une activité génératrice de sens* et non un enregistrement neutre du « réel ». Mais c'est justement pour cela que l'on ne peut s'en passer. Le perspectivisme narratif que je défends ici affirme qu'il est impossible à l'humain de vivre dans un monde sans récit, parce que seuls les récits¹¹ lui permettent d'ordonner sa mémoire, d'imaginer autant que possible ses avenir et d'orienter son action. Par opposition, la cognition *irréflexive* rêve que ses récits sont « vrais » et « représentent la réalité ». L'essentialisme du récit ou de la théorie résulte de l'opacité à soi-même de la cognition narrative. Dans ce cas, un système cognitif refuse de prendre la responsabilité explicite des processus de pensée qui organisent sa mémoire, pèsent en faveur de ses prévisions et le poussent à des décisions pratiques déterminées.

14.3.7. *La cognition autopoïétique*

Dans l'ordre séquentiel qui part de la virtualité la plus abstraite et qui aboutit à l'actualité la plus incarnée, l'autopoïèse¹² symbolique forme la dernière phase logique de la cognition. Dans son moment autopoïétique, la cognition s'identifie elle-même en désignant ses supports biologiques, techniques, sociaux et culturels. Dans le cas de la cognition individuelle, ce support, le « soi », est formé de la personne et de ses attributs : corps, possessions, réseaux socio-culturels, généalogie, histoire, etc. Dans le cas de la cognition sociale, le processus cognitif est supporté par une identité collective complexe, un soi pluriel - ou « nous » - incluant aussi bien des aspects matériels (organismes, territoires, artefacts, etc.) que symboliques (langages, récits, règles, centres de pouvoir, etc.).

La cognition autopoïétique circule dans une boucle où le soi et le processus cognitif s'engendrent réciproquement. D'un côté, le soi conditionne le processus cognitif,

10. De nouveau, ces mécanismes narratifs sont formalisées dans l'Hypercortex IEML par des fonctions de pensée, voir la section 13.5.

11. Quels que soient ses formes et ses genres, y compris les types élaborées de récits que sont les théories.

12. Je rappelle que l'autopoïèse est *la production de soi*. Le terme a été notamment utilisé par les biologistes philosophes chiliens Humberto Maturana et Francisco Varela [VAR 1974, VAR 1979].

puisqu'il ne peut y avoir de cognition sans support biologique, technique ou socio-culturel. D'un autre côté, c'est bel et bien le processus cognitif qui découpe un « soi » ou un « nous » dans le monde phénoménal imbibé de sens qu'il compute. En déterminant l'identité qui la supporte, la cognition structure ici un rapport figure / fond primordial. Elle encercle une partie de la totalité dynamique qu'elle génère et déclare : me voici !

L'autopoièse symbolique accomplit une double suture ¹³ : « horizontale » entre l'identité et l'altérité, « verticale » entre le corps et l'esprit. Sur un plan horizontal elle distingue et réunit le soi et le non-soi. Sur un plan vertical elle se projette dans le monde phénoménal ou actuel (incarnation des personnes) et elle exprime en retour son identité dans le monde nouménal abstrait ou virtuel (individuation de la pensée). La cognition auto-poiétique assure le lien d'interdépendance entre le devenir d'une communauté humaine (à la limite : une seule personne) et celui de son système d'interprétation. En d'autres termes, les actes autopoiétiques nouent le devenir de la cognition à *celui* qui répond de la pensée : en pensant et en agissant sur un mode symbolique, *un sujet se met en jeu*. Si l'on commençait à explorer la boucle cognitive à partir de sa phase auto-poiétique, on verrait alors l'énergie sémantique jaillir des actes autopoiétiques, se virtualiser en mémoire organisée par des récits, s'analyser en idées et se schématiser en circuits conceptuels jusqu'à se réfléchir sur la surface claire et vide des essences.

A la phase de la cognition autopoiétique, la réflexivité de la connaissance consiste à reconnaître une double interdépendance : celle qui entrelace le soi et le non-soi, celle qui met en boucle l'évolution du processus cognitif et le devenir du soi. La réflexivité de l'autopoièse, si l'on peut dire, correspond à la sagesse de la section 13.6. Par contraste, la connaissance autopoiétique *irréflexive* essentialise les identités subjectives qu'elle détermine (comme si ces identités n'étaient pas computées par le processus cognitif lui-même !) et réifie son propre système cognitif (comme si la principale finalité d'un système cognitif n'était pas *d'apprendre à gouverner* le sort du sujet qui le produit !). La connaissance irréflexive s'imagine ici que le devenir pratique du « soi » serait indépendant de sa propre activité cognitive.

A mon sens, le relativisme absolu est une forme d'essentialisme : au lieu de figer et de naturaliser l'image d'une cognition « vraie » ou « miroir neutre du réel », il idolâtre une multiplicité statique de systèmes socio-sémantiques réputés équivalents, sans réfléchir à l'interdépendance entre ces systèmes sémantiques et l'état de développement de la société humaine qui les porte. Même si le relativiste admet en principe l'horizon perspectiviste ouvert, il refuse d'explicitier la dimension autopoiétique de la cognition, parce que cela l'amènerait à rompre un *statu quo* érigé en symétrie idéale et à *évaluer*

13. Sur la notion de symbole comme interface unificatrice entre une réalité plus virtuelle et une réalité plus actuelle, voir la sous-section 2.3.4.

dans la pratique ses propres choix cognitifs et ceux d'autres communautés humaines. Comme celui qui croit à la vérité absolue de son interprétation, le relativisme absolu renvoie ultimement au destin d'un « c'est ainsi ». Il refuse la complexité ouverte aussi bien que la responsabilité d'un choix enraciné dans une présence.

14.3.8. *Le côté obscur de la force*

J'ai voulu évoquer, dans ce chapitre, quelques dimensions méthodologiques et épistémologiques de ce que pourrait être une « révolution des sciences humaines » basée sur le nouvel outil d'observation et de coordination qu'est la sphère sémantique IEML. En une phrase : le modèle scientifique de la cognition basé sur IEML, ainsi que l'observatoire hypercortical qui instrumentalise ce modèle, visent à faciliter *la réflexivité de la cognition symbolique*. Mais il ne s'agit pas ici de déclarer une guerre totale à l'essentialisme ou à l'opacité. Il est sans doute impossible à la cognition symbolique humaine de se réfléchir intégralement. Si l'on envisage l'avancée de la connaissance comme l'extension d'une sphère lumineuse gagnant sur l'obscurité complète de l'ignorance, l'essentialisme représente la frange ombreuse, seulement partiellement réflexive, de la lumière projetée par le foyer de la cognition symbolique. Les ténèbres abyssales de l'inconnu se conquièrent d'abord dans la poussée irréfléchie d'une projection essentialiste. Ce n'est qu'à partir de ce clair-obscur cognitif initial que la connaissance s'épanouit en un champ sémantique dont chaque onde lumineuse réfléchit toutes les autres.

Chapitre 15

Observer l'intelligence collective

L'Hypercortex coordonné par la sphère sémantique est conçu dès l'origine comme un instrument d'observation scientifique de l'intelligence collective des conversations créatrices. Mais ce qui vaut pour les conversations créatrices dans le médium numérique vaut pour n'importe quel système de cognition symbolique, qu'il soit réel ou fictif, personnel ou social. L'enjeu de la discussion qui clôt ce premier tome n'est autre que la possibilité d'auto-observation scientifique de l'esprit en général : quel *type d'image* l'observation de l'intelligence collective dans le miroir de l'Hypercortex va-t-elle générer ?

On peut voir sur la figure 15.1 que l'objet principal de ce chapitre est d'explicitier la structure du reflet de l'Hypercortex dans le Cortex et vice versa. Mais avant d'en venir là, je vais rappeler les principales étapes du paysage intellectuel que nous avons parcouru dans cette seconde partie.

15.1. La sphère sémantique comme miroir des concepts

15.1.1. *Réfléchir le monde des idées*

J'ai longuement insisté dans la première partie de cet ouvrage sur le fait que la cognition humaine était non seulement consciente au sens d'une capacité subjective de percevoir et de sentir, mais également au sens d'une réflexivité capable de se représenter à elle-même ses propres catégories et ses propres opérations mentales. C'est le caractère fondamental de la cognition symbolique humaine que de *réfléchir*. La pensée humaine fait non seulement partie de la nature mais elle offre en outre à cette nature une représentation organisée capable de refléter sa variété inépuisable... y compris la pensée qui la reflète. Autant dire que ce miroir pensant possède la capacité d'accueillir

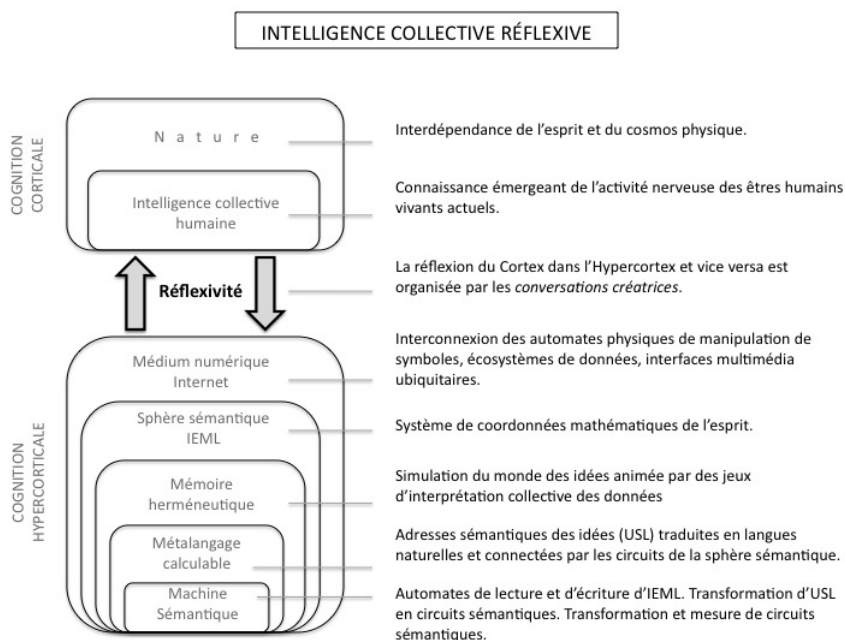


Figure 15.1 – Situation du chapitre 15 sur la carte conceptuelle

un cosmos, car il n'y a de *cosmos*, plutôt qu'un chaos innommable ou une niche limitée d'interactions avec un environnement clos - que pour l'intelligence humaine. Et la cognition symbolique produit autant de *cosmoi* que de cultures ! On aura compris que la métaphore du miroir et du reflet n'implique nullement l'existence objective solide « externe » du monde tel qu'il est pensé par tel ou tel système cognitif. La cognition en général, et la cognition symbolique en particulier, relève nécessairement d'une interprétation créative informée par une histoire culturelle. Cette interprétation navigue entre les deux écueils de l'arbitraire total (tout n'est pas permis, toute forme de cognition n'est pas « viable ») et l'illusion de la vérité absolue (selon qui toute interprétation différente serait une pure et simple erreur).

Le premier problème - et le plus difficile - que j'avais à résoudre était celui de caractériser l'espace fondamental dans lequel se déroulent les processus de la cognition symbolique humaine. Par quel retournement sur soi de l'esprit atteindre ce fond radical ? Comment penser rigoureusement le contenant, le « lieu » tout-enveloppant de l'univers des *cosmoi* ? Où chercher la formule du miroir cosmique ?

Je suis parti du constat que la cognition symbolique humaine se caractérisait par une capacité générale à manipuler et déterminer des essences intellectuelles, ou symboles formels ¹. Une fois reconnue l'unité de la faculté symbolique, j'ai soutenu l'hypothèse qu'il devait lui correspondre un univers de concepts ou de signifiés, un monde dont l'unité vient précisément d'être l'objet de la faculté symbolique, puisque les concepts ne peuvent être manipulés que par l'intermédiaire de formes signifiantes. En outre, de même que la manipulation des symboles n'est faite que pour servir la manipulation des concepts, la manipulations des concepts n'est à son tour qu'un moyen au service de la manipulation effective et affective des données. Car ce n'est que lorsque les concepts catégorisent des données sensibles, ou percepts, que surgit le monde des idées. Dès lors, les affects circulent dans la mémoire et mobilisent l'intelligence.

IEML peut être considérée comme une « machine sémantique », une écriture automatique qui permet l'adressage conceptuel du monde des idées sur un mode scientifique. Cette machine commande un système de coordonnées universel : la sphère sémantique. La plus courte description que je puisse donner de la sphère sémantique est qu'il s'agit d'une structure topologique calculable dont chaque nœud fonctionne comme code identificatoire d'un concept unique et dont chaque connexion d'un nœud à l'autre représente une relation sémantique explicite. Les concepts et leurs relations sont exprimés simultanément dans toutes les langues naturelles.

Outre son unité monadologique, deux propriétés étaient impérativement requises de la machine sémantique IEML : il fallait, premièrement, que la quantité de nœuds distincts soit pratiquement illimitée et, deuxièmement, que l'on puisse effectuer automatiquement un maximum de calculs sur les concepts et leurs relations *en utilisant les codes IEML* de ces nœuds. C'est évidemment la seconde condition qui était la plus difficile à remplir. A titre d'analogie, on peut penser au rapport qui existe entre les concepts et les codes IEML qui les représentent sur le mode des rapports entre les nombres et le système de numération qui les note. Idéalement, et même si (tous) les concepts *ne* sont *pas* des nombres², on devrait pouvoir effectuer des opérations automatiques sur les concepts et leurs relations à partir de leurs codes sémantiques aussi facilement que l'on effectue des opérations automatiques sur des nombres à partir de leur notation en binaire. Comme on l'a vu plus haut³ c'est précisément par une propriété de ce genre que le philosophe et mathématicien Leibniz définissait sa « Caractéristique universelle ». Mais - contrairement à Leibniz et pour tenir compte de son expérience - il m'a fallu concevoir un système de codage des concepts distinct de celui qui fonctionne si bien pour la notation des nombres. C'est pourquoi la syntaxe d'IEML est inspirée de la structure des langues naturelles, l'irrégularité en moins.

1. Voir notamment le chapitre 3 et la figure 11.4 et son commentaire.

2. Les nombres sont un cas particulier des concepts, et non l'inverse.

3. A la section 10.1.

Concernant la calculabilité des *relations* entre les nœuds du système de coordonnées sémantique d'IEML, on peut penser à la correspondance qui existe entre la géométrie de l'espace tridimensionnel et le calcul algébrique ⁴ : il existe une correspondance *du même type* entre la topologie sémantique IEML et le calcul algébrique (au sens le plus abstrait du terme). Il faut donc garder en tête que l'immense graphe hypercomplexe de la sphère sémantique correspond à l'algèbre d'un système de transformations symétriques. Sans cette propriété de transparence au calcul de sa topologie fondamentale, sans possibilité de *traduction fonctionnelle* des mouvements et transformations de ses concepts, sans conservation d'invariants à travers ses variations, la cognition symbolique humaine ne pourrait pas être modélisée - et donc pensée - comme un *objet de science* ⁵. En outre, sans cette propriété de calculabilité, l'immense puissance de calcul automatique qui se trouve désormais à notre service dans le médium numérique ne pourrait malheureusement pas être employée de manière optimale pour explorer notre nouveau cosmos : une nature unique et infinie *incluant* l'intelligence collective humaine qui la reflète ⁶.

15.1.2. La sphère sémantique IEML

Les nœuds de la sphère sémantique sont appelés les *USL* ou *Uniform Semantic Locators*, ce que l'on pourrait traduire en français par « adresses sémantiques uniformes ». Les *USL* sont en fait tous les textes standards différents que l'on peut produire mécaniquement en suivant la syntaxe d'IEML. Un *USL* désigne une *collection d'ensembles de séquences* de six symboles élémentaires. L'espace des textes IEML est un *groupe de transformation* parce que tous ses éléments (les *USL*) sont eux-mêmes des ensembles d'éléments produits par une identique machinerie combinatoire. Toutes les opérations ensemblistes (union, intersection, différence symétrique, etc.) peuvent être effectuées, inversées et combinées sur les *USL*. Des opérations de concaténations (triplication) et de coupures peuvent également être automatisées sur les séquences de symboles. De plus, toutes les fonctions qui transforment un *USL* en un autre *USL* (qui mènent donc d'un nœud à un autre du grand réseau de la sphère sémantique) peuvent être inversées et/ou combinées pour former des fonctions calculables plus complexes.

4. Le philosophe et mathématicien René Descartes est généralement crédité de l'invention de la géométrie algébrique.

5. Etant entendu que, pour paraphraser Galilée, un des fondateurs de la science moderne : « Le grand livre de la nature est écrit en langage mathématique ». Pour une étude historique et épistémologique sur ce point, voir l'intéressant ouvrage de Georges Lochak, *La géométrisation de la physique* [LOC 1994]. Voir également plus haut sur ce point le commentaire de Jean-Marc Lévy-Leblond à la note 8 du chapitre 2 « La nature de l'information ».

6. Voir le chapitre 2.

A s'en tenir au niveau des énoncés linguistiques, le signifié d'un texte IEML comprend non seulement ses traductions en langues naturelles mais aussi l'ensemble des *relations sémantiques* explicites (traduites en langues naturelles) qu'il entretient avec les autres textes. La sphère sémantique contient précisément l'intégrale des connexions paradigmatisques et syntagmatiques entre textes ⁷. Les opérations calculables accomplies sur *les ensembles de séquences* que sont les *USL* sont *en même temps* des opérations accomplies sur *le sens* que ces ensembles de séquences représentent (les concepts). La principale idée à retenir est qu'un chemin quelconque dans l'espace hypertextuel des connexions entre *USL* peut être représenté par une *fonction calculable* et que cette fonction peut avoir une pertinence sémantique.

Comme je l'ai souvent souligné, si les données du Web sont adressées par les URL - sur le mode opaque qui a ouvert la voie à une mémoire logique universelle - les métadonnées de la sphère sémantique IEML sont adressées par les *USL* - sur le mode transparent qui ouvre la voie à une mémoire herméneutique universelle. Ce n'est en effet qu'à la condition de permettre une computation des données à *partir de leur sens* (codé par des *USL*) que la mémoire herméneutique de l'Hypercortex peut devenir opératoire. La calculabilité des métadonnées sémantiques n'est pas un but en soi : notre finalité pratique est *d'entraîner les données multimédia* du Web dans l'univers de calculabilité ouvert par la sphère sémantique IEML.

Pour catégoriser les données, il fallait un métalangage qui permette d'exprimer et de différencier finement le sens avec la même puissance qu'une langue naturelle. La construction d'une métalangue répondant à la double contrainte d'une calculabilité de sa sémantique et d'une ouverture illimitée de ses capacités expressives n'a pas été une tâche facile ! La difficulté ne résidait pas tellement dans la conception d'un langage régulier - donc calculable - dont les mathématiques et l'informatique nous offrent déjà beaucoup d'exemples. Non, la principale difficulté venait d'une contrainte d'*adéquation*, ou d'isomorphie entre, d'une part, la structure de ce langage régulier (IEML) et, d'autre part, la structure fondamentale des langues naturelles qui servent normalement à exprimer les complexités de la signification (mais qui le font, évidemment, d'une manière irrégulière). C'est précisément cette isomorphie entre langage régulier et langues naturelles - qui sera étudiée en détail dans le second volume - qui autorise désormais *l'automatisation de la fonction linguistique*, c'est-à-dire la transformation mécanique entre (a) une expression valide quelconque d'IEML, c'est-à-dire un *USL*, et (b) un circuit explicitant le sens de cette expression ainsi que les relations sémantiques, grammaticales et intertextuelles de cet *USL* avec les autres *USL*. Je rappelle inlassablement que, pour être lisible, cette explicitation du sens et des relations

7. Sur les connexions syntagmatiques et paradigmatisques voir la sous-section 1.3.1 et la troisième partie. Je parle ici du sens au niveau de la langue et des énoncés. Pour le sens dans le contexte de l'énonciation et de la narration, voir le chapitre 13 et la conclusion générale du second tome.

sémantiques internes et externes à l'*USL* utilise évidemment les mots d'une langue naturelle (français, anglais, arabe, hébreu, mandarin...) au choix de l'utilisateur.

La sphère sémantique IEML fonctionne donc comme *un système de codage du sens* conçu pour rendre *calculable automatiquement* le plus grand nombre possible d'opérations sur les concepts et sur leurs relations sémantiques. Je précise enfin que tout cela repose dans la pratique sur l'existence d'un ensemble de circuits sémantiques matriciels aux sens prédéfinis (le dictionnaire STAR) fonctionnant comme *convention de traduction* des textes IEML vers des circuits sémantiques tagués en langues naturelles et *vice versa*.

Loin d'être des codes autarciques, opaques, refermés sur leur propre définition et isolés les uns des autres⁸, les *USL* se présentent au contraire comme des *points de vue* ouverts sur l'ensemble des autres points de vue, des centres virtuels où se croisent des multitudes de *perspectives sémantiques*. L'*USL* n'est donc pas seulement un code ou un texte. C'est aussi le noyau central d'une monade⁹ dont les rayons rhizomatiques¹⁰ sont générés par toutes les fonctions paradigmatiques et syntagmatiques qui le traversent en entretissant la sphère sémantique.

Le terrain de base originel de la manipulation symbolique est *un*. C'est dans ce *continuum sémantique* que les langues peuvent tant bien que mal se traduire ; en lui que peuvent se tramer les métaphores, correspondances et résonnances des traditions lettrées ; en lui que la pensée humaine peut transporter ses modèles d'une discipline à l'autre ; en lui qu'elle peut connecter et traverser les registres, les genres, les traditions, les paradigmes et les épistémés.

15.2. Structure de l'image cognitive

Si l'Hypercortex est un miroir, il s'agit évidemment d'un miroir *des fonctions cognitives* plutôt que des corps pesants. La première chose que devait pouvoir refléter ce miroir était l'univers des concepts qui est propre à la cognition symbolique humaine. Il nous faut maintenant passer du reflet des *concepts* à celui des dynamiques de relations entre *idées*.

8. Contrairement aux URL du Web des données.

9. Sur les monades leibniziennes, voir le petit chef-d'œuvre qu'est *La Monadologie*, 1714 [LEI 1714a].

10. Je rappelle que le concept de rhizome a été développé philosophiquement par Gilles Deleuze et Félix Guattari dans l'introduction de *Mille Plateaux* [DEL 1980], déjà cité. Comme on le verra dans la troisième partie, les circuits de la sphère sémantique sont des graphes de type rhizomatique.

15.2.1. *Intégration des données dans des modèles cognitifs calculables*

L'Hypercortex articule deux instances :

1) Un ensemble de *données* distribuées dans une mémoire logique, les données du Web, adressées par les URL.

2) Un ensemble de *métadonnées* distribuées dans la sphère sémantique IEML, qui sont adressées par des USL.

A partir de ces données et de ces métadonnées, les jeux d'interprétation collective assemblent des idées et les connectent en circuits nouméniaux. Comme nous l'avons vu plus haut, les idées sont représentées dans l'Hypercortex par des unités d'information sémantiques (USL, C, URL) où l'URL - l'adresse des données - formalise le percept, où le courant sémantique C formalise l'affect et où l'USL formalise le concept. Les jeux d'interprétation collective qui produisent les unités d'information se composent de deux types de fonctions, que nous allons passer en revue en nous aidant des figures 13.3, 9.3 et 7.5.

1) *Les fonctions de perception* construisent des unités d'information sémantique à partir des flux de données en temps réel. On peut les décomposer en *fonctions de catégorisation*, qui associent des USL aux URL et en *fonctions de production de courant*, qui injectent un courant sémantique C dans le circuit sémantique correspondant à l'USL. Ce courant formalise la dimension affective ou émotionnelle de la cognition.

2) Quant aux *fonctions de pensée*, elles mettent en relation des unités d'information sémantique (données catégorisées et évaluées), jouant ainsi le rôle des récits, théories et modèles qui transforment les informations en connaissances.

Les jeux d'interprétation collective intègrent donc les données dans des *modèles de systèmes cognitifs* dont aussi bien les dimensions qualitatives (les circuits d'USL) que les dimensions quantitatives (valeurs intensives polarisées du courant sémantique) relèvent de groupes de transformations calculables.

15.2.2. *Structure ternaire de l'image cognitive S/B/T*

15.2.2.1. *Structure ternaire de l'unité d'information sémantique*

La structure des unités d'information sémantique (voir la figure 11.5) impose une structure ternaire aux images des fonctions corticales dans le miroir de l'Hypercortex. Nous avons vu que ces unités (USL, C, URL) sont composées de trois parties : 1) les USL qui sont les adresses codées des concepts dans la sphère sémantique IEML, 2) les URL qui sont les adresses Web des données multimédia catégorisées par les USL et 3) C, le courant sémantique qui se propage dans les circuits définis par l'USL. Le

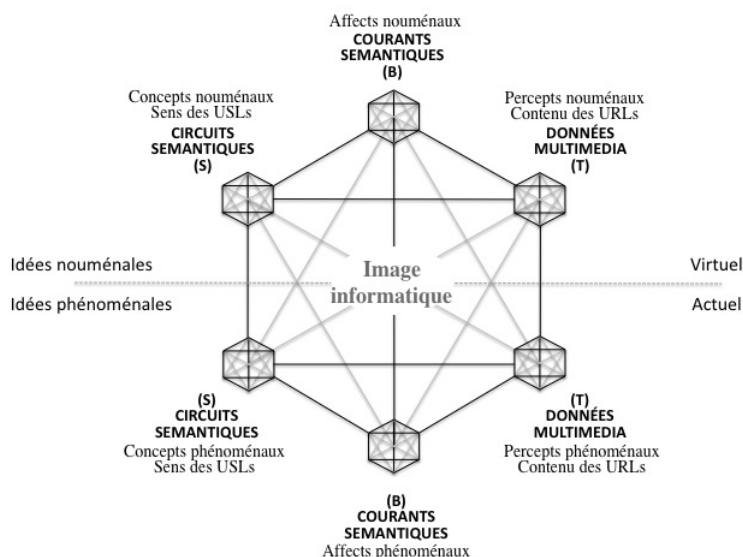


Figure 15.2 – Image informatique d'un système cognitif dans l'Hypercortex coordonné par la sphère sémantique IEML

courant sémantique marque l'intensité (un nombre cardinal) et la polarité (un nombre ordinal¹¹) de l'énergie qui lie les données (*URL*) aux métadonnées (*USL*).

On peut assimiler les données référentielles - l'*URL* - à la « chose » T de la dialectique ternaire d'IEML (correspondant au *référent* de la triade sémiotique)¹². L'*USL* peut évidemment être assimilée au « signe » S de la dialectique ternaire d'IEML et au *signifiant* de la triade sémiotique. Quant au courant sémantique, l'énergie de liaison qui connecte le signe au référent, on peut l'associer à l'« être » B de la dialectique ternaire d'IEML, c'est-à-dire à l'*interprétant* de la triade sémiotique.

15.2.2.2. L'image topologique : circuits sémantiques S

L'*USL* désigne un circuit sémantique, c'est-à-dire une forme topologique qui se détache sur le fond de la sphère sémantique IEML. Un système cognitif peut évidemment manipuler un grand nombre d'unités d'information sémantique. L'*ensemble*

11. Ce nombre ordinal représente une valeur sur une échelle entre un pôle positif et un pôle négatif.

12. Voir par exemple à la sous-section 1.2.2.1.

des *USL* des unités d'information manipulées par le système cognitif compose l'empreinte ou l'*image topologique* de ce système cognitif sur la sphère sémantique. L'image topologique peut être assimilée à l'ombre ou au profil sémantique du système cognitif. Il délimite son univers de discours sous la forme d'un circuit hypercomplexe et fractaloïde dont chaque canal et chaque carrefour possède un sens déterminé lisible en langues naturelles. Cette image topologique, ou profil sémantique, peut évidemment se transformer au cours du temps. Sur la figure 15.2, l'image topologique correspond aux deux pôles de gauche (S).

15.2.2.3. *L'image énergétique : courants sémantiques B*

Les courants sémantiques de l'ensemble des unités d'information manipulées par un système cognitif forment son *image énergétique*. Bien entendu, ces courants empruntent les circuits qui définissent l'univers de discours du système cognitif. De même que l'image topologique dessine une figure sur le fond de la sphère sémantique, l'image énergétique trace des cycles, des oscillations d'intensités et de valeurs d'où émerge une figure dynamique sur le fond de l'image topologique. L'image énergétique d'un système cognitif représente ses dimensions intensive (force) et affective (attraction ou répulsion), le tout étant contrôlé par une axiologie (critères de mesure et règles d'évaluation). La dynamique de distribution de la valeur et de l'intensité du courant - les images énergétiques - « animent » les images topologiques de l'intérieur. Sur la figure 15.2, l'image énergétique correspond aux deux pôles du centre (B).

15.2.2.4. *L'image référentielle : données multimédia T*

L'ensemble des données multimédia (y compris les données fictives ou imaginées) adressées par les unités d'information que manipule un système cognitif constitue son corpus de référence. Lorsque ce corpus est projeté sur l'image topologico-énergétique du système cognitif il devient l'*image référentielle* du système cognitif. Tout comme les images topologique et énergétique, l'image référentielle est dynamique. Elle lève de texture sensible et de matérialité documentaire la représentation d'un système cognitif. Sur la figure 15.2, l'image référentielle correspond aux deux pôles de droite (T).

15.2.3. *Structure duelle de l'image cognitive U/A*

La structure ternaire de l'image cognitive prend sa source dans la composition de l'unité d'information sémantique (signe-*USL* / être-*C* / chose-*URL*). Sa structure duelle, en revanche, vient plutôt de la distinction entre *les fonctions de perception* (actuel) et *les fonctions de pensée* (virtuel) des jeux d'interprétation collective.

L'application des fonctions de perception aux flux de données entrant en temps réel produit des idées phénoménales et ces idées composent ensemble une *image phénoménale* du système cognitif. L'image phénoménale varie avec les données et évolue avec le raffinement de ses fonctions de perception.

Par contraste, l'application des fonctions de pensée aux idées phénoménales et nouménales produit un *reflet nouménal* du système cognitif. Les unités d'information de l'image nouménale ont exactement la même composition que celles de l'image phénoménale. La seule différence vient de ce que, dans l'image phénoménale, ce sont les données d'*input actuelles* qui entrent dans la production des unités d'information tandis que, dans l'image nouménale, les données multimédias mobilisées par les circulations sémantiques sont remémorées ou simulées (elles sont *virtuelles* c'est-à-dire, au fond, imaginées). La narration, la théorie, la pensée (modélisées par les fonctions d'association) *imaginent* des relations entre idées, que ces idées soient nouménales ou phénoménales. L'image nouménale varie avec l'image phénoménale et évolue avec le raffinement de ses fonctions de pensée. Sur la figure 15.2, l'image phénoménale est du côté de l'actuel A (en bas) tandis que l'image nouménale est du côté du virtuel U (en haut).

Entendons-nous bien sur la notion de phénomène. Etymologiquement, le mot phénomène vient d'un verbe grec qui signifie apparaître. En un sens, toutes les idées et toutes les connexions entre les idées sont des phénomènes de l'esprit et - pour les êtres humains - il n'y a pas d'autre phénomène que ce qui apparaît dans l'esprit. Comment pourrait-il en être autrement ? Lorsque je dis que toutes les idées sont des phénomènes, le mot phénomène est pris en un sens *absolu*. J'établis néanmoins une distinction entre phénomènes et noumènes. Selon cette distinction, les phénomènes désignent plutôt nos interprétations immédiates des données empiriques ou des percepts qui se présentent dans le cours du temps séquentiel tandis que les noumènes désignent les relations entre phénomènes que nous établissons à partir de schémas narratifs ou théoriques (ce sont des chaînes de pensées qui organisent ou contextualisent des perceptions et d'autres pensées). Lorsque j'oppose phénomènes et noumènes, le mot phénomène est pris en un sens *relatif*. Cette opposition entre phénomènes empiriques (du côté de l'actuel) et pensée théorique ou fabulatrice (du côté du virtuel) est traditionnelle et fort utile dans la pratique. C'est pourquoi je m'en sers. Mais cela ne doit pas dissimuler que, d'une part, même les phénomènes empiriques sont des interprétations - puisqu'ils sont catégorisés et évalués - et que, d'autre part, même les noumènes sont des phénomènes (au sens absolu) - puisqu'ils apparaissent dans l'esprit : comme toutes les idées et connexions entre idées, ils résultent d'opérations cognitives.

15.3. Les deux yeux de l'observation réflexive

Je viens de décrire la structure de l'image d'un système cognitif tel qu'il résulte de la composition des unités d'information sémantique (formalisant les idées) et des fonctions herméneutiques qui produisent ces unités d'information. Cette image correspond à la dimension syntaxique ou informatique du modèle IEMML de l'esprit. Sur la figure 15.1, il s'agit de la flèche montante, qui va de l'Hypercortex au Cortex. Mais les

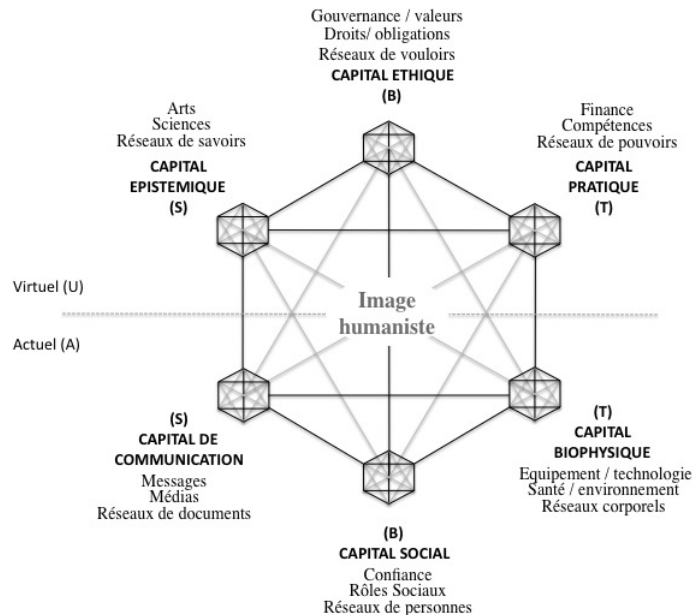


Figure 15.3 – Image humaniste d'un système cognitif dans l'Hypercortex coordonné par la sphère sémantique IEMML

conversations créatrices peuvent évidemment organiser l'image de leur propre fonctionnement cognitif comme elles le veulent, et cela notamment de telle sorte que cette image reflète leur univers de discours. Supposons maintenant que l'univers de discours d'une conversation créatrice soit centré sur le thème du développement humain, comme sur la figure 15.3. Dans ce cas, l'image correspond à la dimension proprement sémantique ou humaniste de notre modèle de la cognition sociale. Sur la figure 15.1, il s'agit de la flèche descendante, qui va du Cortex à l'Hypercortex. Les deux types d'image, l'informatique comme l'humaniste, pourront être explorées de manière interactive, avec notamment la possibilité de faire des « gros plans » sur des détails ou d'obtenir des vues synthétiques. Mieux encore, *l'image informatique et l'image humaniste se contiennent* mutuellement. On peut voir sur les figures 15.3 et 15.2 que les six pôles sont représentés par des hexagones. Dans la figure 15.2, chacun des six hexagones représente la figure 15.3, mais analysée selon six angles de vue différents : circuits phénoménaux, circuits nouméniaux, courants phénoménaux, courants nouméniaux, corpus phénoménal, corpus nouménal. Symétriquement, dans la figure 15.3, chacun des six hexagones représente la figure 15.2, mais selon une sextuple décomposition en images du capital épistémique, du capital éthique, du capital pratique, du capital biophysique, du capital social et du capital de communication.

Pour une conversation créatrice, l'image de sa cognition dans l'Hypercortex fonctionne à la fois comme un outil de représentation de soi (puisqu'elle figure ses propres processus cognitifs) et de son environnement (puisqu'elle catégorise, mesure et met en contexte les données auxquelles elle a affaire). De nouveau, cette image cognitive est *dynamique* et cela, premièrement, parce qu'elle se transforme en fonction des flux de données entrants et, deuxièmement, parce que les fonctions qui la déterminent peuvent être modifiées et évoluer avec le temps. On peut imaginer dès maintenant qu'une bonne part du travail de conception et de perfectionnement des jeux d'interprétation collective consistera à aménager des résonances et des cohérences entre les dimensions virtuelles et actuelles (ou phénoménales et nouménales) des systèmes cognitifs, ainsi qu'à explorer différentes formes d'alignement souples et féconds entre leurs dimensions signe, être et chose (ou topologique, énergétique et référentielle).

La nature de l'esprit est *une*, mais elle est aussi explorable, ouverte et complexe à l'infini. Si nous voulons produire des images scientifiques de l'esprit, il nous faut sans doute construire un instrument d'observation capable de canaliser cette complexité inépuisable. Autrement dit : pour refléter un univers hypercomplexe, nous avons besoin d'un miroir hypercomplexe de dimension cosmique. C'est précisément ce rôle de miroir adapté à son objet que jouera l'Hypercortex. En langage kantien, l'Hypercortex ressemble au « sujet transcendantal » de la connaissance humaine. Mais il faut concevoir les images de l'intelligence collective renvoyées par la surface symétrique de la sphère sémantique IEML sur un mode ouvert, pluriel, émergent et fractal. Aussi complexe soit-elle, l'image scientifique d'un système cognitif dans l'Hypercortex sera nécessairement limitée. Un système cognitif particulier ne se projettera que sur un sous-ensemble de la sphère sémantique et n'organisera qu'une partie des données disponibles. Sa représentation finie montrera sans détour qu'il est contingent, qu'il résulte d'un choix (plus ou moins maîtrisé) parmi une infinité d'autres systèmes cognitifs *possibles* et parmi une myriade d'autres systèmes cognitifs *réels*, tous organisés de manière différente. L'existence d'un cadre commun de modélisation calculable n'empêchera donc pas que ce cadre soit utilisé *différemment* à chaque échelle et selon chaque point de vue distinct. L'unité accueillante du miroir cosmique renverra une multiplicité indéfiniment ouverte d'images cognitives.

Faisant office d'observatoire scientifique, l'Hypercortex permettra aux systèmes cognitifs, qu'ils soient personnels ou collectifs, *d'observer empiriquement* et de comparer leurs propres processus de production et de gestion de connaissance. Les conversations créatrices pourront donc utiliser l'Hypercortex comme support dynamique de modélisation et d'auto-observation de leur intelligence collective. Mais, de l'autre côté du miroir, des chercheurs et des ingénieurs aménageront cet observatoire au moyen de méthodes techno-scientifiques bien concrètes. On pourra monter, démonter, disséquer et critiquer les mécanismes perfectibles de l'Hypercortex.

La finalité culturelle ainsi que les fonctions scientifiques et techniques de la sphère sémantique ayant été amplement expliquées et justifiées dans ce premier volume, le second volume de cet ouvrage sera consacré à la description linguistique et mathématique d'IEML dans une perspective pratique d'ingénierie.

Remerciements

Le travail présenté ici a été principalement subventionné depuis 2002 par le gouvernement fédéral canadien par l'intermédiaire de son programme des Chaires de Recherche du Canada. J'ai également reçu deux subventions de recherche du Conseil de recherche en sciences humaines (CRSH) du Canada. Je voudrais remercier pour leur collaboration Michel Biezunski et Steve Newcomb (qui ont programmé la première version du dictionnaire et le *parser* d'IEML), Andrew Roczniak (qui m'a aidé à formaliser la théorie mathématique d'IEML), Christian Desjardins (qui a programmé une base de données orientée-IEML) et Samuel Szoniecky. Mon épouse Darcia Labrosse m'a soutenu de toutes les manières possibles durant les nombreuses années où j'ai travaillé à la conception d'IEML. Elle m'a aidé et conseillé pour la confection des figures et a joué un rôle d'éditeur vigilant, perspicace et infatigable pendant que je rédigeais cet ouvrage. Sans elle, ni ce livre ni même le métalangage IEML n'auraient pu voir le jour.

Bibliographie

- [ACK 1989] Ackoff R.L., « From Data to Wisdom », *Journal of Applied Systems Analysis*, Volume 16, p 3-9, 1989.
- [AND 2005] Anderson John R, *Cognitive Psychology And Its Implications*, Worth Publishers, New York, 2005.
- AUNGER** [ANG 2000] Anger R. (sous la direction de), foreword by D. Dennett, *Darwinizing Culture : The Status of Memetics as a Science*, Oxford University Press, 2000.
- [ATL 1972] Atlan Henri, *L'organisation biologique et la théorie de l'information*, Hermann, Paris, 1972 (rééd. 1992).
- [ATL 1979] Atlan Henri, *Entre le cristal et la fumée*, Seuil, Paris, 1979.
- [ATL 1999] Atlan Henri, *Les Etincelles de hasard, T. 1 : Connaissance spermatique*, Seuil, Paris, 1999.
- [ATL 2003] Atlan Henri, *Les Etincelles de hasard, T. 2 : Athéisme de l'écriture*, Seuil, Paris, 2003.
- [ATL 2010] Atlan Henri, *De la fraude : le monde de l'ona*, Seuil, Paris, 2010.
- [ARI 1972] Aristotle, *On Interpretation*, Translated by E. M. Edghill, <http://classics.mit.edu/Aristotle/interpretation.1.1.1.html>. En français : *De l'interprétation*, in *Organon II*, trad. Tricot, Vrin, Paris, 1977.
- [ARI 1959] Aristote, *De l'âme*, Traduction et notes par J. Tricot. Vrin, Paris, 1959. *On The Soul*. <http://classics.mit.edu/Aristotle/soul.html>.
- [ARI 1994] Aristote, *Ethique à Nicomaque*, trad. Tricot, Vrin, Paris, 1994.
- [AUB 1963] Aubenque Pierre, *La Prudence chez Aristote*, PUF, Paris, 1963.
- [AUG 2002] St Augustin, *La trinité* (trad. Sophie Dupuy-Trudel), in *Œuvre III*, Gallimard, La Pléiade, Paris, 2002 p. 249-728, En ligne : *De la Trinité* trad. Duchassaing et Devoille, Bar le Duc, 1869. http://fr.wikisource.org/wiki/De_la_trinit%C3%A9_%28Augustin%29.
- [AUR 1994] Auroux Sylvain, *La Révolution technologique de la grammatisation*, Mardaga, Liège, 1994.

- [AUR 1995] Auroux Sylvain (sous la direction de), *Histoire des idées linguistiques*, 3 tomes, Mardaga, Bruxelles, 1995-2000.
- [AUR 1939] Sri Aurobindo, *La Vie Divine*, 3 vol., Albin Michel, Paris, 1998. (édition originale : 1939-1940).
- [AUS 1962] Austin John L., *How to Do Things With Words*, Oxford University Press, 1962.
- [AXE 1962] Axelos Kostas, *Héraclite et la philosophie*, Minuit, Paris, 1962.
- [BAC 1932] Bachelard Gaston, *Le pluralisme cohérent de la chimie moderne*, Vrin, Paris, 1932.
- [BAC 2000] Bacry Henri (préface de Alain Connes), *La symétrie dans tous ses états*, Vuibert, Paris, 2000.
- [BAL 1834] Balzac Honoré de, *Louis Lambert*, Gosselin, Paris, 1834.
- [BAR 2002] Barabasi Albert Laszlo, *Linked, the New Science of Networks*, Perseus Publishing, Cambridge, MA, 2002.
- [BAR 2000] Bardini Thierry, *Bootstrapping, Coevolution, and the Origins of Personal Computing*, Stanford University Press, CA, 2000.
- [BAR 1964] Barthes Roland, *Essais critiques*, Seuil, Paris, 1964.
- [BAR 1967] Barthes Roland, *Le système de la mode*, Seuil, Paris, 1967.
- [BAT 1972] Bateson Gregory, *Steps to an Ecology of Mind*, 2 vol., Chandler, New York, 1972.
- [BAT 1979] Bateson Gregory, « Mind and Nature : A Necessary Unity », *Advances in Systems Theory, Complexity, and the Human Sciences*, Hampton Press, Cresskill, NJ, 1979.
- [BEA 1972] Beaudrillard Jean, *Pour une critique de l'économie politique du signe*, Gallimard, Paris, 1972.
- [BEL 1960] Belaval Yvon, *Leibniz critique de Descartes*, Gallimard, Paris, 1960.
- [BEN 2006] Benkler Yochai, *The Wealth of Networks : How Social Production Transforms Markets and Freedom*, Yale University Press, 2006.
- [BEN 1958] Benveniste Emile, « Catégories de pensée et catégories de langue », *Les études philosophiques*, n° 4 PUF, Paris, octobre-décembre 1958.
- [BEN 1966] Benveniste Emile, *Problèmes de linguistique générale*, 2 vol., Gallimard, Paris, 1966.
- [BER 1888] Bergson Henri, *Essai sur les données immédiates de la conscience*, PUF, Paris, 2007. (première édition : 1888).
- [BER 1896] Bergson Henri, *Matière et mémoire*, Alcan, Paris, 1908. Réédité aux PUF, Paris, 2004. (première édition : 1896).
- [BER 1907] Bergson Henri, *L'évolution créatrice*, PUF, 1959. (première édition : 1907).
- [BER 1996] Berners-Lee Tim, *Universal Resource Identifiers. Axioms of Web Architecture*, WWW Consortium, 1996. <http://www.w3.org/DesignIssues/Axioms.html#opaque>.
- [BER 1999] Berners-Lee Tim, *Weaving the Web*, Harper, San Francisco, 1999.

- [BER 1968] von Bertalanffy Ludwig, *General System theory : Foundations, Development, Applications*, George Braziller, New York, 1968.
- [BIC 1995] Bickerton Derek, *Language and Human Behavior*, University of Washington Press, Seattle, 1995.
- [BLA 1955] Blanché Robert, *L'axiomatique*, PUF, Paris, 1955.
- [BLA 1970] Blanché Robert, *La logique et son histoire d'Aristote à Russell*, Armand Colin, Paris, 1970.
- [BLA 1959] Blanchot Maurice, *Le livre à venir*, Gallimard, Paris, 1959.
- [BOD 2006] Boden Margaret, *Mind as Machine : A History of Cognitive Science*, Oxford University Press, 2006.
- [BLO 2000] Bloom Howard, *Global Brain, the Evolution of Mass Mind from the Big Bang to the 21st Century*, Wiley & Sons, New York, 2000.
- [BON 1999] Bonabeau E., Dorigo M. & Theraulaz, G., *Swarm Intelligence : From Natural to Artificial Systems*, Oxford University Press, 1999.
- [BON 1994] Eric Bonabeau, Guy Theraulaz, *Intelligence collective*, Hermès, Paris, 1994.
- [BOR 1944a] Borges Jorge Luis, « La bibliothèque de Babel » (*La biblioteca de Babel*), *Fictions*, Gallimard, Paris, 1951. Edition originale : *Ficciones*, Editorial Sur, Buenos Aires, 1944.
- [BOR 1944b] Borges Jorge Luis, « Le jardin aux sentiers qui bifurquent » (El jardín de senderos que se bifurcan), *Fictions*, Gallimard, Paris, 1951. Edition originale : *Ficciones*, Editorial Sur, Buenos Aires, 1944.
- [BOR 1945] Borges Jorge Luis, « El Aleph », *Sur*, n° 131, Buenos Aires, Sept. 1945.
- [BOT 1987] Bottero Jean, *L'écriture la raison et les Dieux*, Gallimard, Paris, 1987.
- [BOU 1992] Bourdieu Pierre, *Les Règles de l'art. Genèse et structure du champ littéraire*, Seuil, Paris, 1992.
- [BOW 2005] Bowker Geoffrey, *Memory Practices in the Sciences*, MIT Press, 2005.
- [BOY 1935] Boyancé Pierre, « Une allusion à l'œuf orphique », *Mélanges d'archéologie et d'histoire*, n° 52 pp. 95-112, 1935.
- [BUR 2009] Burgess Jean & Green Joshua, *YouTube*, Polity Press, Malden, MA, 2009.
- [BUT 1991] Butler Gregory, « Fundamental algorithms for permutation groups ». *Lecture Notes in Computer Science*, 559, 1991.
- [BUS 1945] Bush Vannevar, « As we may think », *Atlantic Monthly*, juillet 1945.
- [CAL 1989] Callon Michel (dir.) *La Science et ses réseaux, Genèse et circulation des faits scientifiques*, La Découverte, Paris, 1989.
- [CAR 2000] Carruthers Mary, *The Craft of Thought, Meditation, Rhetoric and the Making of Images, 400, 1200*, Cambridge University Press, 2000.

- [CAS 2004] Barbara Cassin, *Vocabulaire européen des philosophies*, Seuil/Le Robert, Paris, 2004.
- [CAS 1929] Cassirer Ernst, *La philosophie des formes symboliques*, 3 tomes, Minuit, Paris, 1972. (édition originale en allemand : *Philosophie der symbolischen Formen*, 1929).
- [CAS 1996] Castells Manuel, *The information Age*, Blackwell, Cambridge, MA, 1996-98.
- [CAS 2009] Castells Manuel, *Communication Power*, Oxford University Press, 2009.
- [CAS 1975] Castoriadis Cornélius, *L'institution imaginaire de la société*, Seuil, Paris, 1975.
- [CHA 1997] Chang Anne, *Histoire de la pensée chinoise*, Seuil, Paris, 1997.
- [CHA 1976] Changeux Jean-Pierre et Danchin Antoine, « Selective Stabilization of Developing Synapses as a Mechanism for the Specification of Neuronal Networks », *Nature*, 264, p. 705-712, 1976.
- [CHA 1983] Changeux Jean-Pierre, *Neuronal Man : The Biology of Mind*, Pantheon Books, New York, 1985. (Edition originale en français *L'homme neuronal*, Fayard, Paris, 1983).
- [CHA 1984] Chartrand Gary, *Introductory Graph Theory*, Dover Publications, New York, NY, 1984.
- [COL 1980] Collectif, *Cartes et figures de la terre*, Centre Georges Pompidou, Paris, 1980.
- [CHO 1957] Chomsky Noam, *Syntactic Structures*, Mouton, La Hague et Paris, 1957.
- [CHO 1963] Chomsky Noam ; Schützenberger, Marcel P. « The algebraic theory of context free languages », in Braffort, P. ; Hirschberg, D. : *Computer Programming and Formal Languages*, North Holland, Amsterdam, 118-161, 1963.
- [CHO 2000] Chomsky Noam, *New Horizons in the Study of Language and Mind*, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- [COO 2004] Cooper S. B., *Computability Theory*, Chapman & Hall/CRC, London, 2004.
- [COU 1901] Couturat Louis, *La Logique de Leibniz d'après des documents inédits*, Alcan, Paris, 1901.
- [CVE 1997] Cvetkovic Dragos, Rowlinson Peter, Simic Slobodan, *Eigenspaces of Graphs*, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- [CYR 1991] Cyrulnik Boris, *La naissance du sens*, Hachette, Paris, 1991.
- [DAL 2005] Dalkir Kimiz, *Knowledge Management in Theory and Practice*, Elsevier, New York, 2005.
- [DAM 1995] Damasio Antonio R., *L'erreur de Descartes : la raison des émotions*, Odile Jacob, Paris, 1995.
- [DAR 1859] Darwin Charles, *L'origine des espèces*, [http ://abu.cnam.fr/cgi-bin/go ?espece1](http://abu.cnam.fr/cgi-bin/go?espece1), (Edition originale en anglais : 1859).
- [DAR 1871] Darwin Charles, *Descent of Man*, 1871.
- [DAV 2000] Davis Martin, *Engines of Logic : Mathematicians and the Origin of the Computer*, (1st ed.), W. W. Norton & Company, New York, 2000.

- [DAW 1976] Dawkins Richard, *The Selfish Gene*, Oxford University Press, 1976.
- [DEA 1997] Deacon Terrence W., *The Symbolic Species*, Norton, New York, 1997.
- [DEG 1994] Degenne Alain et Forsé Michel, *Les réseaux sociaux*, Armand Colin, Paris, 1994.
- [DEL 1996a] De Libera Alain, *La Querelle des universaux, De Platon à la fin du Moyen-Age*, Seuil, Paris, 1996.
- [DEL 1999] De Libera Alain, *L'art des généralités. Théories de l'abstraction*, Aubier, Paris, 1999.
- [DEL 1972] Deleuze Gilles et Guattari Félix, *L'anti-Œdipe*, Minuit, Paris, 1972.
- [DEL 1980] Deleuze Gilles et Guattari Félix, *Mille Plateaux*, Minuit, Paris, 1980.
- [DEL 1969a] Deleuze Gilles, *Différence et répétition*, PUF, Paris, 1969.
- [DEL 1969b] Deleuze Gilles, *Logique du sens*, Minuit, Paris, 1969.
- [DEL 1988] Deleuze Gilles, *Le Plî - Leibniz et le baroque*, Minuit, Paris, 1988.
- [DEL 1996b] Deleuze Gilles et Parnet Claire, *Dialogues*, Flammarion, Paris, 1996.
- [DER 1967a] Derrida Jacques, *La voix et le phénomène*, PUF, Paris, 1967.
- [DER 1967b] Derrida Jacques, *L'écriture et la différence*, Seuil, Paris, 1967.
- [DER 1967c] Derrida Jacques, *De la grammatologie*, Minuit, Paris, 1967.
- [DER 1972] Derrida Jacques, *La dissémination*, Seuil, Paris, 1972.
- [DES 2005] Descola Philippe, *Par-delà nature et culture*, Gallimard, Paris, 2005.
- [DEW 1876] Dewey, Melvil, *A Classification and Subject Index for Cataloguing and Arranging the Books and Pamphlets of a Library*, Amherst, MA, 1876.
- [DIA 1999] Diamond Jared, *Guns, Germs and Steel*, Norton, New York, 1999.
- [DIC 2008] Dichev Christo, Jinsheng Xu, Darina Dicheva, Jinghua Zhang, « A Study on Community Formation in Collaborative Tagging Systems », *Proceedings of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*, Sydney, Vol.3 p. 13-16, 2008.
- [DIE 2005] Diestel Reinhard, *Graph Theory*, Springer-Verlag, Heidelberg, 2005. En ligne : <http://diestel-graph-theory.com>.
- [DIE 1982] Dieudonné Jean et alii, *Penser les mathématiques*, Seuil, Paris, 1982.
- [DRE 2009] Drechsler Michèle, *Les pratiques du socialbookmarking dans le domaine de l'éducation*, Thèse de doctorat, Université Paul Verlaine Metz, 2009.
- [DRE 1992] Dreyfus Hubert *What Computers Still Can't Do : A Critique of Artificial Reason* (revised), MIT Press, Cambridge MA, 1992.
- [DUN 1999] Duns Scott Jean, *Prologue de l'Ordinatio*, présenté, annoté et traduit par Gérard Sontag, PUF, Paris, 1999.
- [DUP 2005] Dupuy Jean-Pierre, *Aux origines des sciences cognitives*, La Découverte, Paris, 2005.

- [DUR 1912] Durkheim Emile, *Les formes élémentaires de la vie religieuse*, PUF, Paris, 2008. (date de publication originale : 1912).
- [ECO 1971b] Eco Umberto, *Le Signe, histoire et analyse d'un concept*, Livre de poche, Paris, 1992. (Version italienne originale : 1971).
- [ECO 1971a] Eco Umberto, *L'œuvre ouverte*, Seuil, Paris, 1979. (dernière révision de la version italienne originale : 1971).
- [EDE 1987] Edelman Gerard, *Neural Darwinism*, Basic Books, New York, 1987.
- [EIS 1983] Eisenstein Elisabeth, *The Printing Revolution in Early Modern Europe*, Cambridge University Press, 1983.
- [ELI 1934] Eliot T. S., *The Rock*, Faber & Faber, London, 1934.
- [ENG 1962] Engelbart Douglas, *Augmenting Human Intellect*, Technical Report, Stanford Research Institute, 1962.
- [FEI 2007] Feigenbaum L., et al., « The semantic Web in Action », *Scientific American*, p. 90-97, 2007.
- [FEL 1998] Fellbaum Christiane (ed.), preface by George Miller, *Wordnet, An Electronic Lexical Database*, MIT Press, 1998.
- [FIN 1972] Fingarette Herbert, *Confucius, The Secular as Sacred*, Waveland Press, Long Grove, IL, 1972.
- [FOE 1981] von Foerster Heinz, *Observing Systems : Selected Papers of Heinz von Foerster*, Intersystems Publications, Seaside, CA, 1981.
- [FRE 1952] Frege Gottlob, ed. Peter Geach and Max Black, *Philosophical Writings of Gottlob Frege*, Blackwell, Oxford, 1952.
- [FRE 1971] Frege Gotlob, *Ecrits logiques et philosophiques*, Le Seuil, Paris, 1971.
- [FUK 1995] Fukuyama Francis, *Trust, the Social Virtues and the Creation of Prosperity*, Hamish Hamilton, Londres, 1995.
- [FOU 1969] Foucault Michel, *L'archéologie du savoir*, Gallimard, Paris, 1969.
- [FOU 2007] Fourquet François, « Critique de la raison cognitive », *Le capitalisme cognitif*, de Yann Moulrier Boutang, seconde édition augmentée, Amsterdam, Paris, p. 265-276, 2007.
- [FRE 1900] Freud Sigmund, *L'Interprétation des rêves*, PUF, Paris, 2005. (Edition originale : 1900).
- [GAD 1960] Gadamer, Hans-Georg, *Vérité et Méthode*, Editions du Seuil, 1996. (édition originale en Allemand :1960).
- [GAL 2003] Galison Peter, *Einstein's Clocks, Poincaré's Maps*, Norton & Cie, New York, 2003.
- [GAL 1623] Galileo Galilei, *Il Saggiatore / L'essayeur*, Traduction française de Christiane Chauviré, Les Belles-Lettres, Paris, 1980. (date originale de publication : 1623).
- [GAR 1987] Gardner Howard, *The Mind's New Science : A History of the Cognitive Revolution*, Basic Books, New York, 1987.

- [GAR 1967] Garfinkel Harold, *Studies in Ethnomethodology*, Prentice-Hall, NJ, 1967.
- [GLE 1988] Gleick James, *Chaos, Making a New Science*, Penguin, 1988.
- [GOL 1995] Goleman Daniel, *Emotional Intelligence*, Bantam Books, New York, 1995.
- [GOL 1996] Golub Gene H. and van Loan Charles F., *Matrix Computations*, 3rd Edition, The John Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1996.
- [GOO 1977] Goody Jack, *The Domestication of the Savage Mind*, Cambridge University Press, 1977.
- [GOO 1987] Goody Jack, *The Logic of Writing and the Organization of Society*, Cambridge University Press, 1987.
- [GRA 1973] Granovetter Mark, « The Strength of Weak Ties », *American Journal of Sociology*, 78 (May), p. 1360-1380, 1973.
- [GRE 1999] Greene Brian, *The Elegant Universe : Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*, Vintage, London, 1999.
- [GRO 1993] Grondin Jean, *L'universalité de l'herméneutique*, PUF, 1993.
- [GRO 2006] Grondin Jean, *L'herméneutique*, PUF, Paris, 2006.
- [GUA 1992] Guattari Félix, *Chaosmose*, Galilée, Paris, 1992.
- [GUS 1988] Gusdorf Georges, *Les origines de l'herméneutique*, Payot, 1988.
- [GWI 2004] Gwin Catherine, *Sharing Knowledge. Innovations and Remaining Challenges*, World Bank, Washington, DC, 2004.
- [HAL 2007] Halpin Harry, Robu Valentin & Hannah Shepherd, « The Complex Dynamics of Collaborative Tagging », *Proceedings of the 16th International WWW Conference*, p. 211-220, 2007.
- [HAL 2010] Halpin Harry, Clarck Andy, Whyler Michael, « Towards a Philosophy of the Web : Representation, Enaction, Collective Intelligence », *Web Science Conf. 2010*, Raleigh, NC, avril 26-27, 2010.
- [HAM 2004] Hamberger Klaus, « Le continent logique. A propos de Quadratura Americana d'Emmanuel Désveaux », *Journal de la Société des Américanistes*, 90-2, p. 103-114, 2004.
- [HAR 2003] Harnad Stevan, « Symbol-Grounding Problem », *Encyclopedia of Cognitive Science*, Nature Publishing Group, Macmillan, 2003.
- [HAV 1988] Havelock E. A., *The Muse Learns to Write, Reflections on Orality and Litteracy from Antiquity to the Present*, Yale University Press, 1988.
- [HAY 1937] Hayek Friedrich, « Economics and Knowledge », *Economica* IV, p. 33-54, 1937.
- [HAY 1979] Hayek Friedrich, *Law, Legislation and Liberty*, 3 vol., Routledge & Kegan Paul, London, 1979.
- [HEN 2008] Hendler Jim & Allemang Dean, *Semantic Web for the Working Ontologist*, Morgan Kaufmann, Burlington, MA, 2008.

- [HEN 1968] Hennie Frederick C., *Finite-State Models for Logical Machines*, John Wiley & Sons, Inc., 1968.
- [HER 2004] Herlocker J. L. , Konstan J. A., Terveen L. G. and Riedl, J. T. « Evaluating Collaborative Filtering Recommender systems », *ACM Transactions on Information Systems*, 22, 1, p. 5-53, 2004.
- [HES 1943] Hesse Hermann, *Le jeu des perles de verre*, LGF, Paris, 2002. (première édition en allemand : *Das Glasperlenspiel, Versuch einer Lebensbeschreibung des Magister Ludi Josef Knecht samt Knechts hinterlassenen Schriften*, 1943).
- [HEY 1996] Heylighen Francis, Bollen Johan, « The World-Wide Web as a Super-Brain : from metaphor to model », *Cybernetics and Systems* (sous la direction de R. Trappl), Austrian Society For Cybernetics, 1996.
- [HJE 1943] Hjelmslev Louis, *Prolegomènes à une théorie du langage*, Minuit, Paris, 1968. (édition originale en danois : 1943).
- [HJE 1959] Hjelmslev Louis, *Essais linguistiques*, Minuit, Paris, 1971. (édition originale en danois : 1959).
- [HOD 1992] Hodges Andrew, *Alan Turing : the Enigma*, Random House, London, 1992.
- [HOY 1957] Hoyle F., Burbidge M., Burbidge W., Fowler A., « Synthesis of the elements in Stars », *Rev. Mod. Phys.*, 29, 547-650, issue 4, octobre 1957.
- [HUT 1995] Hutchins Edwin, *Cognition in the Wild*, MIT Press, Cambridge, MA, 1995.
- [IFF 1985] Iffrah Georges, *Les chiffres ou l'histoire d'une grande invention*, Robert Laffont, Paris, 1985.
- [INN 1950] Innis Harold, *Empire and Communication*, Toronto University Press, 1950.
- [JAK 1981] Jakobson Roman, *Eléments de linguistique générale*, Vol 1 et 2, Minuit, Paris, 1981.
- [JAY 1976] Jaynes Julian, *The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind*, Houghton Mifflin, Boston, 1976.
- [JEN 2006] Jenkins Henry, *Convergence Culture : Where Old and New média Collide*, New York University Press, New York, 2006.
- [JOH 2001] Johnson Steven, *Emergence, The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software*, Scribner, New York, 2001.
- [JOH 1983] Johnson-Laird Philip, *Mental Models*, Harvard University Press, 1983.
- [JUA 2010] Juanals Brigitte et Noyer Jean-Max (sous la direction de), *Technologies de l'Information et Intelligences Collectives*, éditions Hermès-Lavoisier, Paris, 2010.
- [JUN 1944] Jung Karl, *Psychologie et alchimie*, Buchet Chastel, Paris, 2004. (première publication 1944).
- [KAN 2006] Kandel Eric R., *In Search of Memory. The Emergence of a New Science of Mind*, Norton and Cie, New York, 2006.

- [KAN 1787] Kant Emmanuel, *Critique de la raison pure*, Trad. Alain Renaut, Flammarion, Paris, 2001. (édition originale (révisée) en allemand : 1787). In english : <http://www.gutenberg.org/etext/4280>.
- [KAP 2009] Kapetanios Epaminondas, « On the Notion of Collective Intelligence : Opportunity or Challenge ? », *Inter: Journal on Organisational and Collective Intelligence*, (IJOICI) Vol. 1, Number 1, Idea Group Publishing, 2009.
- [KAP 2010] Kapetanios Epaminondas & Koutrika Georgia (sous la direction de), *Information Sciences, special issue on collective intelligence*, Vol. 180, Issue 1, Elsevier, Amsterdam, 2010.
- [KAP 1999] Kaplan Robert, *The Nothing That Is, a Natural History of Zero*, Oxford University Press, 1999.
- [KAP 1994] Kaplan Ronald M. and Kay Martin, « Regular models of phonological rule systems », *Computational Linguistics*, 20(3) :331–378, 1994.
- [KEL 1994] Kelly Kevin, *Out of Control. The New Biology of Machines, Social Systems and the Economic World*, Addison Wesley, New York, 1994.
- [KER 2001] Kerbrat-Orecchioni Catherine, *Les actes de langage dans le discours*, Nathan Université, Paris, 2001.
- [KER 1997] Kerckhove (de), Derrick, *Connected Intelligence*, Somerville House, Toronto, 1997. (traduction française : *L'Intelligence des réseaux*, Odile Jacob, Paris, 2000).
- [KHA 2006] Khare R., « Microformats : the next (small) thing on the semantic Web ? ». *IEEE Internet Computing*, Volume : 10, Issue : 1, p. 68- 75, 2006.
- [KLE 1956] Kleene Stephen, *Representation of Events in Nerve Nets and Finite Automata*, Princeton University Press, Princeton, NJ, p. 3–42, 1956.
- [KOR 1933] Korzybski Alfred, *Science and sanity, An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics*, International Society for General Semantics, San Francisco, 1933.
- [KOY 1958] Koyré Alexandre, *From the Closed World to the Infinite Universe*, Harper, New York, 1958. (Trad. fr. *Du monde clos à l'univers infini*. Gallimard, Paris, 1968).
- [KUH 1962] Kuhn Thomas, *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, 1962.
- [KUR 1999] Kuriyama Shigehisa, *The Expressiveness of the Body and the Divergence of Greek and Chinese Medicine*, Zone Books, New York, 1999.
- [KUR 2006] Kurzweil Ray (ed.) *The Singularity is Near : When Humans Transcend Biology*, Penguin, 2006.
- [LAC 1980] Lackoff George, Johnson Mark, *Les métaphores dans la vie quotidienne*, Minuit, Paris, 1985. (texte original Chicago University Press, 1980).
- [LAC 1987] Lackoff George, *Women, Fire and Dangerous Things : What Categories Reveal About the Mind*, University of Chicago Press, 1987.

- [LAN 1987] Langacker R. W. *Foundations of Cognitive Grammar*, 2 volumes, Stanford University Press, 1987-1991.
- [LAT 1985] Latour Bruno, « Les vues de l'esprit, une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques », *Culture technique*, Paris, pp. 4-30, 1985.
- [LAT 1987] Latour Bruno, *Science in Action*. Harvard University Press, 1987.
- [LAR 1997] Larson Richard C. and Odoni Amedeo R. *Urban Operations Research*, Chapter 6.2 : « Travel Distances on Networks », Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 1997-99. http://web.mit.edu/urban_or_book/www/book/
- [LAS 2002] Castro Laszlo Kathia et Laszlo Alexander, « Evolving knowledge for development : the role of knowledge management in a changing world », *Journal of Knowledge Management*, Vol. 6, Issue 4, p. 400-412, 2002.
- [LEI 1693] Leibniz Gottfried Wilhelm, *De l'horizon de la doctrine humaine*, Lavoisier, Paris, 2000. (publié à l'origine en 1693).
- [LEI 1695] Leibniz Gottfried Wilhelm, « Système nouveau de la nature et de la communication des substances », *Journal des savants*, 27 juin 1695. Le "Système nouveau" dans wikisource.
- [LEI 1704] Leibniz Gottfried Wilhelm, *Nouveaux essais sur l'entendement humain*, rédigés en 1704, publiés en 1764, Les "Nouveaux Essais" dans Wikisource.
- [LEI 1714a] Leibniz Gottfried Wilhelm, *La monadologie*, Belin, Paris, 1886. (publication originale : 1714). En ligne : La Monadologie dans Wikisource.
- [LEI 1714b] Leibniz Gottfried Wilhelm, « Principes de la nature et de la grâce », *l'Europe savante*, nov., art. VI, 1714. En ligne : Les "Principes" dans wikisource.
- [LES 2004] Lessig Lawrence, *Free culture*, Penguin Press, 2004. En ligne : (<http://free-culture.org>).
- [LEV 1949] Lévi-Strauss Claude, *Structures élémentaires de la parenté*, PUF, Paris, 1949.
- [LEV 1950] Lévi-Strauss Claude, « Introduction à l'Œuvre de Marcel Mauss », Marcel Mauss, *Sociologie et anthropologie*, Paris, PUF, 1950.
- [LEV 1958] Lévi-Strauss Claude, *Anthropologie structurale*, Plon, 1958.
- [LEV 1962] Lévi-Strauss Claude, *La pensée sauvage*, Plon, Paris, 1962. *The Savage Mind*, Chicago University Press, 1966.
- [LEV 1999] Levine R., Locke C., Searls D., Weinberger D., *The Cluetrain Manifesto, the End of Business as Usual*, Perseus Books, Cambridge, MA, 1999.
- [LI 2008] Li Charlene & Bernoff Josh, *Groundswell. Winning in a World Transformed by Social Technologies*, Harvard Business Press, 2008.
- [LIC 1960] Licklider Joseph, « Man-computer symbiosis », *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1, 4-11, 1960.
- [LIN 2001] Lin Nan, *Social Capital : A Theory of Social Structure and Action*, Cambridge University Press, 2001.

- [LIU 2004] Liu Alan, *The Laws of Cool. Knowledge work and the Culture of Information*, University of Chicago Press, 2004.
- [LLU 1990] Llull Ramon, *Ars Magna*, trad. José Martínez Gázquez and Vergilio Bejarano Sánchez ; intr. Anthony Bonner, 2 vols, Kaydeda, Editorial Patrimonio Nacional, Madrid, 1990.
- [LOC 1994] Lochak Georges, *La géométrisation de la physique*, Flammarion, Paris, 1994.
- [LOG 2004] Logan Robert K., *The Alphabet Effect*, Hampton Press, Cresskill NJ, 2004. (1st edition 1986).
- [LOG 2007] Logan Robert K., *The Extended Mind : The Emergence of Language, the Human Mind and Culture*, University of Toronto Press, 2007.
- [LUH 1995] Luhman Niklas, *Social Systems*, Stanford University Press, Stanford, CA, 1995.
- [LVY 1982] Lévy Pierre, « L'informatique et l'Occident », *Esprit*, Paris, p. 41 à 69, juillet 1982.
- [LVY 1986b] Lévy Pierre, « Analyse de contenu des travaux du Biological Computer Laboratory (BCL) », *Cahiers du CREA*, 8, Paris, p. 155 à 191, 1986.
- [LVY 1986a] Lévy Pierre, « L'œuvre de Warren McCulloch », *Cahiers du CREA*, 7, Paris, p. 211 à 255, 1986.
- [LVY 1987] Lévy Pierre, *La Machine Univers. Création, cognition et culture informatique*, La Découverte, Paris, 1987.
- [LVY 1990] Lévy Pierre, *Les Technologies de l'intelligence. L'avenir de la pensée à l'ère informatique*, La Découverte, Paris, 1990.
- [LVY 1991] Pierre Lévy, *L'idéographie dynamique. Vers une imagination artificielle ?*, La Découverte, Paris, 1991.
- [LVY 1992a] Lévy Pierre & Authier Michel (préface de Michel Serres), *Les Arbres de connaissances*, La Découverte, Paris, 1992.
- [LVY 1992b] Lévy Pierre, *De la programmation considérée comme un des beaux-arts*, La Découverte, Paris, 1992.
- [LVY 1994a] Lévy Pierre, « Plissé fractal, ou comment les machines de Guattari peuvent nous aider à penser le transcendantal aujourd'hui », *Chimères*, Paris, n° 21, p. 167 à 180, hiver 1994. (Traduit en allemand la même année dans le volume sous la direction de Hennig Schmigden : *Asthetik und maschinismus texte zu und von Félix Guattari*, Merve Verlag, Berlin, p. 95-114).
- [LVY 1994b] Lévy Pierre, *L'Intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*, La Découverte, Paris, 1994. *Collective Intelligence : Mankind's Emerging World in Cyberspace*, Perseus Books, Cambridge, MA, 1997.
- [LVY 1995] Lévy Pierre, *Qu'est-ce que le virtuel ?* La Découverte, Paris, 1995. *Becoming Virtual. Reality in the Digital Age*, Plenum Trade, New York, 1998.
- [LVY 1997] Lévy Pierre, *Cyberculture*, Odile Jacob, Paris, 1997. *Cyberculture*, University of Minnesota Press, 2001.

- [LVY 1999] Lévy Pierre (avec la participation de Darcia Labrosse), *Le feu libérateur*, Arléa, Paris, 1999.
- [LVY 2000] Lévy Pierre, *World Philosophie : le marché, le cyberspace, la conscience*, Odile Jacob, Paris, 2000.
- [LVY 2002] Lévy Pierre, *Cyberdémocratie : Essai de philosophie politique*, Odile Jacob, Paris, 2002.
- [LVY 2007] Lévy Pierre, « Société du savoir et développement humain », *Le Canada et la société des savoirs*, sous la direction de Patrick Imbert, Université d'Ottawa : Canada, enjeux sociaux et culturels dans une société du savoir, p. 115-175, 2007.
- [LVY 2009a] Lévy Pierre, « Toward a Self-referential Collective Intelligence : Some Philosophical Background of the IEML Research Program », Nguyen Ngoc Than, Kowalczyk Ryszard, Chen Shyi-Ming (sous la direction de), *Computational Collective Intelligence, Semantic Web, Social Networks and Multi-agent Systems*, First International Conference, ICCCI 2009, Wrocław, Poland, Oct. 2009, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, p. 22-35, 2009.
- [LVY 2010a] Lévy Pierre, « The IEML Research Program. From Social Computing to Reflexive Collective Intelligence », *Information Sciences, special issue on collective intelligence*, sous la direction de Epaminondas Kapetanios & Georgia Koutrika, Vol. 180, Issue 1, Elsevier, Amsterdam, p. 71-94, 2 Jan. 2010. (L'article est disponible en ligne avec certaines additions : <http://www.ieml.org/spip.php?article156>).
- [LVY 2010b] Lévy Pierre, *IEML Semantic Topology, A Formal Model of the Circuits of the Information Economy*, CI Lab Technical Report, 2010. <http://www.ieml.org/spip.php?article152>.
- [LVY 2010c] Lévy Pierre, *Dictionnaire IEML*, En français (fichier PDF) <http://www.ieml.org/spip.php?article26>, en anglais (fichier PDF) <http://www.ieml.org/spip.php?article7> et sur sur une base de données multilingue open source en ligne développée par Christian Desjardin à la Chaire de Recherche en Intelligence Collective de l'Université d'Ottawa <http://dictionary.ieml.org>, 2010 (travail en cours). Voir également la première version hypertextuelle de 2006 en français <http://www.ieml.org/french/elements.html> et en anglais <http://www.ieml.org/english/elements.html> programmée par Michel Biezunski et Steve Newcomb à la CRC-IC de l'Université d'Ottawa (cliquer à gauche sur relations, cycles, idées et paradigmes pour explorer).
- [LVY 2010d] IEML-STAR parser (en ligne et open-source) <http://starpaser.ieml.org/>. Ce parser a été développé par Michel Biezunski et Steve Newcomb sous la supervision scientifique de Pierre Lévy à la Chaire de Recherche du Canada en Intelligence Collective de l'Université d'Ottawa.
- [LVY 1998] Levy-Leblond Jean-Marc, « La nature prise à la lettre » *Alliage*, n° 37-38, Nice, 1998. (en ligne : <http://www.tribunes.com/tribune/alliage/37-38/jmll.htm>).
- [LYO 1979] Lyotard Jean-François, *La condition postmoderne*, Minuit, Paris, 1979.
- [LYO 1983] Lyotard Jean-François, *Le différend*, Minuit, Paris, 1983.

- [MAC 1962] Machlup Fritz, *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1962.
- [MAC 1982] Machlup Fritz, *Knowledge, its creation, distribution, and economic significance*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1982.
- [MAN 1947] Mann Thomas, *Doctor Faustus*, Penguin Books, London, 1969. (original en allemand : *Doktor Faustus*, 1947).
- [MAN 2001] Manovitch Lev, *The Language of New media*, MIT Press, 2001.
- [MAR 2006] Marlow C., Naaman M., Boyd D. and Davis M., « HT06, Tagging Paper, Taxonomy, Flickr, Academic Article, To Read », *Proceedings of the 17th Conferemce on Hyper-text and Hypermedia*, p. 31-40, 2006.
- [MAR 1960] Martinet André, *Eléments de linguistique générale*, Armand Colin, Paris, 1960.
- [MAR 1858] Marx Karl, *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*, Dietz, Berlin, 1953. (écrit en 1858).
- [MAR 1867] Marx Karl, *Das Kapital*, En français : http://fr.wikisource.org/wiki/Le_Capital, En anglais : http://en.wikisource.org/wiki/Das_Kapital, (première édition, 1867).
- [MAT 1980] Maturana Humberto, Varela Francisco, *Autopoiesis and Cognition*, Kluwer, Dordrecht, 1980.
- [MAT 1988] Maturana Humberto, Varela Francisco, *The Tree of Knowledge : The Biological Roots of Human Understanding*, Shambhala, Boston, 1988.
- [MAU 1950] Mauss Marcel, *Sociologie et anthropologie*, Paris, PUF, 1950.
- [MES 2007] Messier Jacques, « Un bibliothécaire parmi les humanistes : Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 – 1716) », *Argus*, Université de Montréal, Avril 2007.
- [MAC 1943a] McCulloch Warren and Pitts Walter, « A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity », *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5 :115-133, 1943.
- [MAC 1965] McCulloch W., *Embodiments of Mind*, MIT Press, Cambridge, 1965.
- [MAC 1986] McLelland J. L., Rumelhart D. E. and the PDP Research Group, *Parallel Distributed Processing : Explorations in the Micro-Structure of Cognition*, 2 vol., MIT Press, Cambridge, 1986.
- [MAC 1962] McLuhan Marshall, *The Gutenberg Galaxy*, University of Toronto Press, 1962.
- [MAC 1964] McLuhan Marshall, *Understanding média : The Extensions of Man*, New American Library, New York, 1964. Nouvelle édition critique par Terrence Gordon, Gingko Press, Berkeley, CA, 2003.
- [MAC 1943b] McLuhan Marshall, *The Classical Trivium : The Place of Thomas Nashe in the Learning of his Time*, Edited by W. Terrence Gordon, Gingko Press, Berkeley, CA, 2005. (publication originale sous forme de thèse de doctorat : 1943).
- [MIN 1967] Minsky Marvin, *Finite and Infinite Machines*, Prentice Hall, NJ, 1967.
- [MEL 1997] Mel'cuk Igor, *Vers une linguistique Sens-Texte*, Leçon inaugurale. Collège de France, Paris, 1997. En ligne : <http://olst.ling.umontreal.ca/textes-a-telecharger/>

- [MIR 1995] Mirman R., *Group Theory, an Intuitive Approach*, World Scientific Editions London, Hong Kong, Singapore, 1995.
- [MON 1970] Monod Jacques, *Le Hasard et la Nécessité : Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne*, Paris, Le Seuil, 1970.
- [MOR 2000] Morey D., Maybury, M. & Thuraizingham, B. (Ed.), *Knowledge Management, Classic and Contemporary Works*, MIT Press, Cambridge, MA, 2000.
- [MOR 2007] Morin Edgar, *La méthode*, 6 tomes, Seuil, Paris, 1977-2004. (en particulier *Les idées*, T. 4. 1991).
- [MOU 2007] Moulier-Boutang Yann, *Le capitalisme cognitif*, Editions Amsterdam, Paris, 2007.
- [MOU 2010] Moulier-Boutang Yann, *L'abeille et l'économiste*, Editions Carnets Nord, Paris, 2010.
- [NEL 1980] Nelson Ted, *Literary Machines*, Mindful Press, Sausalito, CA, 1980.
- [NEU 2009] Neuman Yair, Nave Ophir, « Metaphor-based meaning excavation », *Information Sciences*, 179, p. 2719-2728, 2009.
- [NEU 1944] von Neumann John and Morgenstern Oskar, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, 1944.
- [NEU 1945] Von Neumann John, *First Draft of a Report on the EDVAC*, Contract No.W-670-ORD-4926, between the United States Army Ordnance Department and the University of Pennsylvania, Moore School of Electrical Engineering, Partiellement reproduit dans *The Origins of Digital Computers : Selected Papers*, de Brian Randell, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, p. 375-382, 1973.
- [NEU 1946] von Neumann John, « The Principles of Large-Scale Computing Machines », publiés dans *Ann. Hist. Comp.*, Vol. 3, No. 3, p. 263-273, 1946.
- [NEU 1958] von Neumann John, *The Computer and the Brain*, Yale University Press, New Haven, CT., 1958.
- [NEU 1966] von Neumann John and Burks Arthur W., *Theory of Self-Reproducing Automata*, University of Illinois Press, Urbana, IL, 1966.
- [NIE 1900] Nietzsche Friedrich, *Œuvres philosophiques complètes*, XVII tomes, Gallimard, Paris.
- [NIS 1970] Nishida K., *Fundamental Problems of Philosophy : The world of Action and the Dialectical World*, Sophia University, Tokyo, 1970.
- [NIS 1990] Nishida K., *An inquiry into the Good*, Yale University Press, New Haven, CT, 1990.
- [NGU 2009] Nguyen Ngoc Than, Kowalczyk Ryszard, Chen Shyi-Ming (Eds.), *Computational Collective Intelligence, Semantic Web, Social Networks and Multi-agent Systems*, First International Conference, ICCCI 2009, Wroclaw, Poland, Oct 2009, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2009.

- [NON 1995] Nonaka Ikujiro & Takeuchi, H., *The Knowledge-creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*, Oxford University Press, 1995.
- [NON 1998] Nonaka Ikujiro, Konno Noboru, « The concept of Ba : Building foundation for Knowledge Creation », *California Management Review* Vol. 40, No.3 Spring 1998.
- [NON 2000] Nonaka I., Von Krogh G., Ichijo K., *Enabling knowledge creation : how to unlock the mystery of tacit knowledge and release the power of innovation*, Oxford University Press, 2000.
- [NOR 1978] Nora Simon, Minc Alain, *L'informatisation de la société*, Seuil, Paris, 1978.
- [OCD 2001] OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), *Le bien-être des nations : Le rôle du capital humain et social*, Paris, 2001.
- [OTL 1934] Otlet Paul, *Traité de documentation, le livre sur le livre*, Editions du Mundaneum, Bruxelles, 1934. (Republié récemment par le Centre de lecture publique de la communauté française de Belgique, 1989).
- [OTL 1936] Otlet Paul, *Monde : essai d'universalisme*, Brussels, Editions du Mundaneum, Bruxelles, 1936.
- [ONG 1982] Ong Walter, *Orality and Litteracy, The Technologizing of the Word*, Methuen, London & New York, 1982.
- [OST 2006] Ostrom Elinor & Hess Charlotte (Ed.), *Understanding Knowledge as a Commons. From Theory to Practice*, MIT Press, Cambridge MA, 2006.
- [PAN 1992] Panaccio Claude, *Les Mots, les concepts et les choses, la sémantique de Guillaume d'Occam et le nominalisme d'aujourd'hui*, Bellarmin-Vrin, Paris-St Laurent, QC, 1992.
- [PAN 1999] Panaccio Claude, *Le Discours Intérieur. De Platon à Guillaume d'Occam*, Seuil, Paris, 1999.
- [PAP 1980] Papert Seymour, *Mindstorms : Children, Computers, and Powerful Ideas*, Basic Books, New York, 1980. Traduction française : *Jaillissement de l'esprit. Ordinateurs et apprentissage*, Flammarion, Paris, 1981.
- [PAS 1670] Pascal Blaise, *Pensées*, 1670.
- [PAS 2008] Pascu Corina, *An Empirical Analysis of the Creation, Use and Adoption of Social Computing Applications*, European Commission, Joint Research Centre and Institute for Prospective Technological Studies, 2008.
- [PAU 2009] Pauleen David, « Personal knowledge management : putting the 'person' back into the knowledge equation », *Online Information Review*, 33 (2), p. 221–224, 2009.
- [PEI 1998] Peirce Charles, *The Essential Peirce : Selected Philosophical Writings*, Indiana University Press, 1998.
- [PER 2006] Peruzzi Alberto, « The Meaning of Category Theory for 21st Century Philosophy », *Axiomathes* 16(4) :424-459, 2006.
- [PET 2009] Peters Isabella, *Folksonomies : Indexing and Retrieval in the Web 2.0*, K. G. Saur, Munich, 2009.

- [PIA 1936] Piaget Jean, *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Delachaux et Niestlé, Lonay, Suisse, 1936.
- [PIA 1974] Piaget Jean, *Introduction à l'épistémologie génétique*, Paris, PUF, 1974.
- [PIA 1968] Piaget Jean, *Le structuralisme*, PUF, Paris, 1968.
- [PIA 1990] Piaget Jean (avec G. Henriques, E. Ascher et alii.), *Morphismes et catégories : comparer et transformer*, Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, 1990.
- [PLA 1950] Platon, *Œuvres complètes*, 2 tomes, Trad. et notes par Léon Robin, Edition de la Pléiade, Gallimard, Paris, 1950.
- [POP 1972] Popper Karl, *Objective Knowledge : An Evolutionary Approach*, Clarendon Press, Oxford, 1972. (En Français : *La Connaissance objective*, Traduction intégrale et préface de Jean-Jacques Rosat, Flammarion, Collection Champs, Paris, 1998).
- [POR 1977] Porat, Marc & Rubin, Michael, *The Information Economy*, Government Printing Office, Washington DC, 1977.
- [PRI 1978] Prigogine Illya, Stengers Isabelle, *La nouvelle alliance*, Gallimard, Paris, 1978.
- [PUT 2000] Putnam, Robert David, *Bowling Alone : The Collapse and Revival of American Community*, Simon & Schuster, New York, 2000.
- [RAM 1968] Ramnoux Clémence, *Héraclite, l'homme entre les choses et les mots*, Les Belles Lettres, Paris, 1968.
- [RAN 1982] Randell Brian, *Origins of Digital Computers : Selected Papers*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1982.
- [RAN 1931] Ranganathan Shiyali Ramamrita *The Five Laws of Library Science*, Edward Goldston, London, 1931.
- [RAN 1933] Ranganathan Shiyali Ramamrita, *Colon Classification*, Madras Library Association, Madras, 1933.
- [RAS 1987] Rastier François, *Sémantique interprétative*, PUF, Paris, 1987.
- [RAS 1990] Rastier François, « La triade sémiotique, le trivium et la sémantique linguistique », *Nouveaux actes sémiotiques*, n° 9, 54p., Presses Universitaires de Limoges, 1990.
- [RAS 2005] Rastier François, « Herméneutique et linguistique : dépasser la méconnaissance » *Texto!*, en ligne, vol. X, n°4, décembre 2005. http://www.revue-texto.net/Dialogues/Debat_Hermeneutique/Rastier_Herm-et-ling.html
- [RED 2009] Redecker Christine et alii, *Learning 2.0 : The Impact of Web 2.0 Innovations on Education and Training in Europe*, JRC Scientific and Technical Reports, European Commission, Bruxelles, 2009.
- [RHE 2002] Rheingold Howard, *Smart Mobs, The next social Revolution*, Perseus Books, Cambridge, MA, 2002.
- [RIC 1966] Richta Radovan, *La Civilisation au carrefour*, Seuil, Paris, 1973. (Première édition Tchèque en 1966).

- [RIC 1969] Ricoeur Paul, *Le conflit des interprétations. Essais d'herméneutique I*, Le Seuil, Paris, 1969.
- [RIC 1986] Ricoeur Paul, *Du texte à l'action. Essais d'herméneutique II*, Le Seuil, Paris, 1986.
- [ROS 1995] Rosnay (de) Joel, *L'homme symbiotique*, Seuil, Paris, 1995.
- [ROT 2003] Rotman Joseph J., *Advanced Modern Algebra*, Prentice Hall, New Jersey, 2003.
- [RUS 2010] Russell Stuart, Norvig Peter, *Artificial Intelligence, A Modern Approach* (third edition), Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2010.
- [SAI 1946] Saint John Perse, *Vents*, Gallimard, 1946.
- [SAL 2008] Saleh Imad et Mkami A., *Bibliothèque numérique et recherche d'informations*, Hermès Lavoisier, Paris, 2008.
- [SAP 1921] Sapir Edward, *Language. An Introduction to the Study of Speech*, Dover Publications, Mineola, New York, 2004. (édition originale : 1921).
- [SAU 1916] Saussure Ferdinand, *Cours de linguistique générale*, Payot, Lausanne-Paris, 1916.
- [SAU 2003] Sautoy (du), Marcus, *La symphonie des nombres premiers*, Hèloïse d'Omesson, Paris, 2005. (Edition originale : *The Music of the Primes*, Fourth Estate, London, 2003).
- [SEA 1969] Searle John, *Speech acts*, Cambridge University Press, 1969.
- [SEA 1983] Searle John, *Intentionality*, Cambridge University Press, 1983.
- [SEG 2007] Segaran Toby, *Programming Collective Intelligence, Building Smart Web 2.0 Applications*, O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2007.
- [SEN 1999] Sen Amartya, *Development as Freedom*, Anchor Books, New York, 1999.
- [SER 1968] Serres Michel, *Le système de Leibniz et ses modèles mathématiques*, PUF, Paris, 1968.
- [SER 1969] Serres Michel, *Hermès I, La communication*, Minuit, Paris, 1969.
- [SER 1974] Serres Michel, *Hermès III, La traduction*, Minuit, Paris, 1974.
- [SER 1977] Serres Michel, *Hermès IV, La distribution*, Minuit, Paris, 1977.
- [SER 1980a] Serres Michel, *Hermès V, Le passage du Nord-Ouest*, Minuit, Paris, 1980.
- [SER 1980b] Serres Michel, *Le parasite*, Grasset, Paris, 1980.
- [SER 1989] Serres Michel (sous la direction de), *Éléments d'histoire des sciences*, Bordas, Paris, 1989.
- [SET 2000] Lloyd Seth, « Ultimate physical limits to computation », *Nature*, 406, 2000.
- [SET 2002] Lloyd Seth, « Computational capacity of the universe », *Phys. Rev. Lett.* 88, 2002.
- [SIE 2004] Siemens Ray, Schreibman Susan, Unsworth John (sous la direction de), *A Companion to Digital Humanities*, Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, 2004.
- [SHA 1949] Shannon Claude E et Weaver Warren, *Mathematical Theory of Communication*, University of Illinois Press, Urbana, 1949.

- [SHI 1995] Shimizu H., « Ba-Principle : New Logic for the Real-time Emergence of Information », *Holonics*, 5/1, p. 67-69, 1995.
- [SHI 2005] Shirky Clay, *Ontology is Overrated*, 2005. http://shirky.com/writings/ontology_overnated.html
- [SHI 2008] Shirky Clay, *Here Comes Everybody : The Power of Organizing Without Organizations*, Penguin, 2008.
- [SHI 2010] Shirky Clay, *Cognitive Surplus, Creativity and Generosity in a Connected Age*, Penguin, 2010.
- [SIM 1982] Simon Herbert, *Models of bounded rationality*, MIT Press, 1982.
- [SIM 1958a] Simondon Gilbert, *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*, Jérôme Millon, Paris, 2005. (date de publication de la thèse : 1958).
- [SIM 1958b] Simondon Gilbert, *Du mode d'existence des objets techniques*, Aubier, Paris, 1958.
- [SLO 2009] Slowinski Roman, « Rough Set Approach to Knowledge Discovery about Preferences », in Nguyen Ngoc Than, Kowalczyk Ryszard, Chen Shyi-Ming (Eds.), *Computational Collective Intelligence, Semantic Web, Social Networks and Multi-agent Systems*, First International Conference, ICCCI 2009, Wrocław, Poland, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, p. 1-21, 2009.
- [SMI 1759] Smith Adam, *Théorie des sentiments moraux*, PUF, Paris, 2003. (*The Theory of Moral Sentiments*, 1759).
- [SMI 1776] Smith Adam, *Recherche sur la nature et les causes de la richesse des nations*, Economica, Paris, 2000. (*The Wealth of Nations*, 1776).
- [SMI 2010] Smith Brian Cantwell, *Age of Significance*, MIT Press, 2010. En ligne : <http://www.ageofsignificance.org/>.
- [SMI 2007] Smith Gene, *Tagging : People-powered Metadata for the Social Web*, Peachpit New Riders, Berkeley, 2007.
- [SOW 1984] Sowa John F., *Conceptual Structures : Information Processing in Mind and Machine*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1984.
- [SOW 2000] Sowa John F., *Knowledge Representation : Logical, Philosophical, and Computational Foundations*, Brooks/Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA, 2000.
- [SPE 1996] Sperber Dan, *La contagion des idées*, Odile Jacob, Paris, 1996.
- [SPI 2010] Spivack Nova, En ligne : <http://www.novaspivack.com/>.
- [STE 1987] Stengers Isabelle (sous la direction de), *Les Concepts nomades*, Seuil, Paris, 1987.
- [STE 1993] Stengers Isabelle, *L'invention des sciences modernes*, La Découverte, Paris, 1993.
- [STE 2002] Stengers Isabelle, *Penser avec Whitehead, Une libre et sauvage création de concepts*, Seuil, 2002.
- [STE 2003] Stengers Isabelle, *Cosmopolitiques*, Tomes 1 et 2, La Découverte, Paris, 2003.

- [STE 1993] Stengers Isabelle, Bensaude-Vincent Bernadette, *Histoire de la chimie*, La Découverte, Paris, 1993.
- [STR 2009] Strang Gilbert, *Introduction to Linear Algebra*, 4th Edition, Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, MA, 2009.
- [SUR 2004] Surowiecki James, *The Wisdom of the Crowds*, Random House, London, 2004.
- [SVE 2000] Svenonius Elaine, *The Intellectual Foundation of Information Organization*, MIT Press, 2000.
- [TAP 2007] Tapscott Don, Williams A. D., *Wikinomics, How Mass Collaboration Changes Everything*, Portfolio, 2007.
- [TEI 1955] Teilhard de Chardin Pierre, *Le Phénomène humain*, Seuil, Paris, 1955.
- [TOV 2008] Tovey Mark (Ed.), *Collective Intelligence : Creating a Prosperous World at Peace*, Oakton, VA, EIN Press, 2008.
- [TUR 1937] Turing Allan, « On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem », *Proc. London Math. Soc.*, (2) 42, p. 230 – 265, 1936 – 7.
- [TUR 1950] Turing Alan, « Computing Machinery and Intelligence », *Mind* LIX (236) : 433–460, octobre 1950. (on line : <http://loebner.net/Prizef/TuringArticle.html>).
- [UN 2002] United Nations, *Human Development Report 2002*, Oxford University Press, New York and Oxford, 2002.
- [VAR 1974] Varela Francisco, Maturana Humberto, Uribe Ricardo, « Autopoiesis : The Organization of Living Systems, Its Characterization and a Model », *Biosystems*, 5, p. 187-196, 1974.
- [VAR 1975] Varela Francisco, « A Calculus for Self-reference », *International Journal of General Systems*, 2, p. 5-24, 1975.
- [VAR 1979] Varela Francisco, *Principles of Biological Autonomy*, North-Holland, 1979.
- [VAR 1989] Varela Francisco, *Autonomie et connaissance*, Seuil, Paris, 1989.
- [VAR 1991] Varela F., Thompson E., Rosh E., *The Embodied Mind : Cognitive Science and Human Experience*, MIT Press, Cambridge, Ma., 1991. (en français : *L'inscription corporelle de l'esprit*, Seuil, Paris, 1993).
- [VAT 1989] Vattimo Gianni, *Ethique de l'interprétation*, La Découverte, Paris, 1991. (Edition italienne originale : Rosenberg & Sellier, Turin, 1989).
- [VYG 1934] Vygotsky Lev, *Thought and Language*, Editor Alex Kozulin, MIT Press, revised edition, 1986. (Original en russe : 1934).
- [WAL 2000] Walliser Bernard, *L'économie cognitive*, Odile Jacob, Paris, 2000.
- [WAL 1934] Wallon Henri, *Les origines du caractère chez l'enfant. Les préludes du sentiment de personnalité*, PUF, Paris, 2002. (première édition : Boivin, 1934)
- [WAT 1968] Watson James D., *The Double Helix : A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA*, Atheneum, New York, 1980. (première édition : 1968).

- [WEI 2007] Weinberger David, *Everything Is Miscellaneous : The Power of the New Digital Disorder*, Henri Holt and Cie, USA, 2007.
- [WEI 1999] Weinstein Eric W., *CRC Concise Encyclopedia of Mathematics*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1999.
- [WEI 1976] Weizenbaum Joseph, *Computer Power and Human Reason : From Judgment To Calculation*, Freeman, San Francisco, 1976.
- [WEL 2001] Wellman Barry, « Computer Networks as Social Networks », *Science*, 293 (14 September), p. 2031-2034, 2001.
- [WEL 2012] Wellman Barry & Rainie Lee, *Networked : The New Social Operating System*, MIT Press, 2012.
- [WEN 1998] Wenger Etienne, *Communities of Practice : Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge University Press, 1998.
- [WHI 1925] Whitehead Alfred North, *Science and the Modern World*, The Free Press, New York, 1967. (édition originale : 1925).
- [WHI 1929] Whitehead Alfred North, *Process and Reality, An essay in Cosmology*, Free Press, New York, 1979. (édition originale : 1929).
- [WHI 1933] Whitehead Alfred North, *Adventures of Ideas*, The Free Press, New York, 1967. (édition originale 1933).
- [WHO 1956] Whorf Benjamin, *Language, Thought, and Reality : Selected Writings of Benjamin Lee Whorf*, edited by Carroll JB., MIT Press, Cambridge, MA, 1956.
- [WIE 1943] Wiener Norbert, Rosenblueth Arturo et Bigelow Julian, « Behavior, Purpose and Teleology », *Philosophy of science*, 10, S. 18-24, 1943.
- [WIE 1948] Wiener Norbert, *Cybernetics, Control and Communication in the Animal and the Machine*, John Wiley & sons, Inc., New York, 1948.
- [WIE 1950] Wiener Norbert, *The Human Use of Human Beings : Cybernetics and Society*, Doubleday, New York, 1950.
- [WIE 1996] Wierzbicka Anna, *Semantics : Primes and Universals*, Oxford University Press, 1996.
- [WIL 1971] Wilson E. O., *The Insect Societies*, Harvard University Press, 1971.
- [WIL 1975] Wilson E. O., *Sociobiology : The New Synthesis*, Harvard University Press, 1975.
- [WIN 1987] Winograd Terry, Flores Fernando, *Understanding Computers and Cognition : A New Foundation for Design*, Ablex, New York, 1986.
- [WIT 1921] Wittgenstein Ludvig, *Tractatus Logico Philosophicus*, Routledge & Kegan Paul Ltd, 1961. Traduction française de Gilles Gaston Granger, Gallimard, Paris, 1993. (Edition originale en Allemand : 1921).
- [WIT 1958] Wittgenstein Ludvig, *Philosophical Investigations*, Blackwell, Oxford, 1958.
- [WOL 2002] Wolfram Stephen, *A New Kind of Science*, Wolfram media, 2002.
- [YAT 1974] Yates Frances, *The Art of Memory*, University of Chicago Press, 1974.

- [YIJ 2002] Yi Jing, *Le Livre des Changements*, Trad. Cyrille J.-D. Javary et Pierre Faure, Albin Michel, Paris, 2002.
- [ZAR 2004] Zara Olivier, *Le Management de l'intelligence collective*, M2 Editions, Paris, 2004.