

Mémoire présenté pour obtenir une

Habilitation à diriger des recherches

par

Monsieur Bruno BACHIMONT

Titre :

Arts et sciences du numérique :

Ingénierie des connaissances et critique de
la raison computationnelle

soutenu le 12 janvier 2004 devant le jury composé de :

Monsieur	Jean-Michel	BESNIER	<i>Rapporteur</i>
Madame	Catherine	GARBAY	<i>Rapporteur</i>
Monsieur	Jean-Marie	PINON	<i>Rapporteur</i>
Monsieur	Alain	MILLE	<i>Examineur</i>
Monsieur	François	RASTIER	<i>Examineur</i>
Monsieur	Jean-Michel	SALAÜN	<i>Examineur</i>
Monsieur	Bernard	STIEGLER	<i>Examineur</i>

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE

À Isabelle, Marie et Paul

La ligne ci-dessus indique suffisamment ceux qui motivent mon travail et à qui j'en destine les fruits. Mais il m'est agréable de souscrire à cet usage consacré mais ô combien excellent de commencer ce mémoire par des remerciements.

En premier lieu, il me semble juste de citer outre les personnes qui m'ont permis de mener au bout, sinon à bien, ce travail, les institutions qui l'ont accueilli. En effet, une habilitation à diriger les recherches suppose de manière évidente que l'on ne travaille pas seul, et qu'un cadre permet d'abriter et de susciter les échanges nécessaires. C'est pourquoi je tiens à remercier en premier lieu l'Université de Technologie de Compiègne et l'Institut National de l'Audiovisuel. Sans les problématiques que j'y ai trouvées, la dynamique institutionnelle que j'y ai rencontrée, et la richesse humaine qui les composent, aucune des idées que j'ai tenté d'organiser et de structurer n'aurait vu le jour.

Jean-Michel Besnier, professeur de philosophie à l'Université de Paris IV Sorbonne, étudie depuis longtemps déjà les sciences cognitives et suit avec sagacité les rapports entre science, technologie et société. L'action innovante qu'il mène au sein de Paris montre combien ses avis sont précieux et utiles pour le projet que je mène. C'est pourquoi je le remercie de son soutien et de ses conseils.

Madame Catherine Garbay, directrice de recherches au CNRS, apporte au STIC et à l'ingénierie des connaissances un éclairage interdisciplinaire structurant, permettant de construire d'ambitieux programmes de recherche. Sa lecture rigoureuse et exigeante est par ailleurs profondément stimulante.

Jean-Marie Pinon, professeur d'informatique à l'INSA-Lyon, a beaucoup contribué dans le domaine de l'ingénierie documentaire et de l'indexation multimédia. Le projet SESAME qu'il a coordonné et terminé il n'y a pas si longtemps a permis non seulement d'intégrer des technologies diverses mais surtout de faire émerger de nouvelles problématiques stimulantes pour la communauté travaillant sur les documents et les connaissances.

Alain Mille, professeur d'informatique à l'université de Lyon 1, est un des piliers de la communauté intelligence artificielle et ingénierie des connaissances. Nous nous croisons depuis longtemps des des thématiques où ses réflexions et propositions sont toujours pour moi suggestives et importantes.

Le lecteur de travail qui suit verra combien je suis redevable aux travaux de François Rastier. Cela fait à présent plus de 15 ans que j'ai l'avantage de croiser régulièrement François Rastier, au travers des séminaires, des lectures et des jurys de mes différents travaux. Ma réflexion a toujours pu s'appuyer sur sa bienveillance et sa fécondité intellectuelle.

Jean-Michel Salaün, professeur d'information et de communication à l'ENS-SIB, dirige le réseau thématique pluridisciplinaire, du département STIC du CNRS, consacré aux documents. C'est à cette occasion que j'ai pu faire sa connaissance et mesurer tant l'acuité de son esprit, l'immensité de sa culture, que sa sympathie

naturelle.

Bernard Stiegler, directeur de l'IRCAM et professeur associé à l'UTC, a été à la source de bien des révolutions intellectuelles qui ont présidé à l'élaboration des idées dont ce mémoire est l'aboutissement. C'est un dialogue dense sans être fréquent que nous menons depuis 10 ans et je reste son débiteur sur bien des plans.

J'aimerais conclure ces quelques lignes en citant quelques personnes qui, à titre professionnel, amical et intellectuel, partage avec moi cette recherche sur l'ingénierie des connaissances. Jean Charlet, avec lequel j'ai fourbi mes premiers concepts : nous entretenons une complicité déjà ancienne. Daniel Teruggi, qui parvient à faire de la musique magnifique à partir de sons bien improbables, et avec lequel je partage, outre l'amitié, bien des questions, et enfin Régine Teulier, qui ne ménage ni ses conseils ni son soutien aux jeunes maladroits dont je suis. S'il est difficile de citer sans oublier, qu'il me soit permis d'adresser une dernière pensée collective aux collègues de la recherche de l'INA, des laboratoires Heudiasyc et Costech, de la Formation continue de l'UTC avec lesquels j'espère entretenir encore longtemps le climat de discussion et de dialogue qui a toujours été et reste un cadre privilégié pour la recherche.

Compiègne, le 12 janvier 2004,

Bruno Bachimont

Table des matières

1	Introduction	1
1	Entre technique et technologie	2
2	Ingénierie des connaissances et technologie numérique	6
3	Démarche adoptée	8
 Première Partie ; Ingénierie des connaissances : la question de la technique et de la représentation		13
2	La technique entre science et conscience	15
1	La question de la technique	16
1.1	La technique comme dispositif	16
1.1.1	Caractérisation	16
1.1.2	Remarques	18
1.1.2.a	Technique et temps : le dispositif pour conjurer la mort	18
1.1.2.b	Technique et dispositif : conserver et améliorer	19
1.1.2.c	Cohérence interne et cohérence externe des dispositifs	19
1.1.2.d	Dispositif et méthode, industrie et artisanat, ingénieur et gestionnaire	23
1.1.2.e	Reproductibilité et nécessité hypothétique	25
1.2	La technique comme arraisonnement de la Nature	26
1.3	La technique comme arraisonnement du devenir	30
2	Science, technique et nature	31
2.1	Science et technique aristotéliennes	32
2.1.1	Distinction épistémologique entre science et technique	33
2.1.2	Distinction ontologique entre science et technique	36
2.2	Science et technique chez les modernes	38
2.3	Science et technique contemporaines	39
2.3.1	L'osmose entre technique et nature	39

2.3.2	La Techno-Science	40
3	Science, technique et culture	47
3.1	Dépasser la techno-science	47
3.2	La techno-science entre naturalisation et sémiotisation	49
3.3	La techno-culture comme rhétorique et herméneutique de la technique	53
4	Conclusion	58
3	Inscription matérielle des connaissances	61
1	Inscription et constitution : une théorie du support	64
1.1	La connaissance, son objet, ses outils	65
1.1.1	Une définition de la connaissance	65
1.1.2	L'objet de la connaissance	66
1.1.3	Les connaissances théoriques et pratiques et leurs objets	67
1.1.4	Connaissances tacites et explicites	69
1.2	Connaissance et technique	70
1.2.1	Tout dispositif technique est une mnémotechnique	73
1.2.2	Toute connaissance est d'origine technique	73
1.3	Les corrélats techniques de la connaissance	73
1.4	La théorie du support en quelques thèses	76
1.5	Arguments philosophiques pour la théorie du support	80
1.5.1	Temps d'appréhension, espace de présentation	84
1.5.2	Catégories techniques	87
2	Inscription et numérique	89
2.1	Inscription, transformation, organisation	89
2.2	La représentation comme objet technique	90
2.2.1	La cybernétique : la représentation comme contrôle	93
2.2.2	Le formalisme : la représentation comme langage	95
2.2.3	Le numérique : medium universel et désorientant	96
2.3	De la raison graphique à la raison computationnelle	98
2.3.1	La raison graphique	98
2.3.2	Le noème du numérique	101
2.3.3	La raison computationnelle	103
2.4	Inscription et numérique : la désorientation symbolique	105
2.4.1	La désorientation originaire	107
2.4.2	Les opérations de la synthèse discursive	108
2.4.3	Noogonie et ontogonie	111
2.4.4	Sens et inscription	114
3	Conclusion : inscriptions et ingénierie des connaissances	115

Deuxième Partie ; Ingénierie des connaissances : représenter des concepts et manipuler des documents **119**

4	Inscription formelle des connaissances	121
1	Acquisition et ingénierie des connaissances	122
2	Les ontologies : définitions et fonctions	127
3	Le problème du concept	128
3.1	Différentes approches du concept	129
3.2	Le concept comme catégorie et essence	130
3.2.1	L'héritage platonicien	130
3.2.2	Catégories et prédicables	131
3.2.3	Une critique nominaliste	137
3.2.4	Quel héritage?	138
3.3	Trois points de vue sur les concepts	139
4	La méthodologie ARCHONTE	140
4.1	Connaissances, documents, et ontologies	144
4.2	Ontologie différentielle	145
4.2.1	La structuration globale : l'arbre ontologique	151
4.2.2	La structuration locale : les principes différentiels	153
4.2.3	Concepts et relations	154
4.2.4	Engagement sémantique et modélisation des primitives	156
4.2.5	Ontologie régionale et engagement sémantique	156
4.3	Ontologie référentielle	157
4.4	Ontologie computationnelle	159
5	L'approche formelle des ontologies	160
5.1	L'ontologie formelle	160
5.2	Les propositions de Guarino	163
6	La formalisation de la méthodologie ARCHONTE	164
6.1	La formalisation intensionnelle de l'ontologie interprétative	165
6.1.1	Principes	165
6.1.2	Les mondes possibles	165
6.1.3	L'axiomatique	166
6.1.4	Les principes différentiels reformulés	168
6.2	La formalisation extensionnelle de l'ontologie interprétative	168
7	ARCHONTE et les autres travaux sur les ontologies	170
7.1	Les langages de représentation	170
7.2	Les méthodologies de modélisation	171
7.3	Les outils d'édition	172
7.4	Situation d'ARCHONTE	173

7.5	Utilisation d'ARCHONTE	175
8	Des ontologies aux anthologies	175
5	Inscription documentaire des connaissances	179
1	L'interprétation, comme objectivation et appropriation	184
2	Les différentes caractéristiques des documents	186
2.1	L'inscription matérielle et ses différentes dimensions	187
2.2	Les caractéristiques des documents	191
2.3	Au delà du document : hypertextes et hyperdocuments	194
2.3.1	Un hyperdocument particulier : le dossier	195
2.3.2	Les caractères génériques des hyperdocuments	197
2.3.3	Vers les hyperdocuments numériques : le cas du Web	198
3	La numérisation des documents	200
3.1	La numérisation des formes physiques et signifiantes	201
3.2	Numérisation des documents structurés	203
4	L'indexation des documents	205
4.1	Caractérisations générales	205
4.1.1	Indexation traditionnelle	205
4.1.2	Finesse et granularité d'indexation	206
4.2	Les conséquences de l'informatisation	207
4.2.1	Granularité et informatisation	207
4.2.2	Indexation par le contenu	209
4.3	Indexation : trois types et trois aspects	213
5	L'indexation des documents hypermédias	216
5.1	Les objets temporels	216
5.2	Un cahier des charges pour l'indexation multimédia	220
5.3	MPEG-7	221
5.3.1	Structures de MPEG-7	222
5.3.2	Les schémas pour le son	223
5.3.3	Les schémas pour la vidéo	223
5.3.4	Les schémas pour le multimédia	224
6	Quels enjeux?	226
6.1	L'archivage du Web	226
6.1.1	Contexte	226
6.1.2	Le programme de recherche et d'expérimentation	227
6.2	Ingénierie des connaissances et objectivation rhétorique	229
7	Conclusion	231
6	Conclusion	233

Table des figures

1.1	Articulation du mémoire, thématiques et contributions	12
2.1	Rationalité artisanale et rationalité industrielle	25
2.2	La division aristotélicienne des activités humaines	34
3.1	Le <i>governor</i> de Watt.	94
3.2	Raison graphique et raison computationnelle	105
3.3	Nature physique et nature symbolique	115
4.1	Arbre de Porphyre	136
4.2	Vue globale de la méthodologie ontologique	144
4.3	Extraction terminologique fondée sur la distribution des contextes . .	147
4.4	Structurer les significations	153
4.5	Principes différentiels pour la modélisation ontologique	155
4.6	L'ontologie référentielle	160
4.7	Structuration selon la sémantique des mondes possibles de l'ontologie différentielle.	166
4.8	Ontologies développées avec la méthodologie ARCHONTE	175
5.1	Les dimensions des inscriptions documentaires	189
5.2	Balises et détermination d'unités de manipulation.	209
5.3	Iconicité de l'image	213
5.4	Les trois étapes de l'indexation	215
5.5	L'indexation des objets temporels	220

Liste des encadrés

1.1	<i>Les différentes acceptions du terme de « technologie ».</i>	3
2.1	<i>Du mécanisme au numérique : une métaphore de l'horloge</i>	17
3.1	<i>La société et le déterminisme technique</i>	71
3.2	<i>La technique et le déterminisme social</i>	72
3.3	<i>La théorie du support, entre technique et société</i>	74
3.4	<i>Les thèses de la théorie du support.</i>	78
4.1	<i>Distinctions entre langue et langage, langues et langages</i>	124
4.2	<i>Primitives logiques et non logiques</i>	128
4.3	<i>Réciprocation et prédicables : pourquoi n'y en a-t-il que quatre ?</i>	134
4.4	<i>Extraction d'information et linguistique de corpus</i>	146
4.5	<i>Les différents paradigmes pour une sémantique</i>	149
5.1	<i>La notion de contenu</i>	187
5.2	<i>Audiovisuel et connaissance : le numérique comme instrument du rapprochement ?</i>	219

Chapitre 1

Introduction

La discipline dans laquelle s'inscrit ce travail est l'ingénierie des connaissances : son objectif est de concevoir des instruments et outils de la connaissance s'intégrant au travail intellectuel, qu'il soit individuel ou collectif, cognitif ou social. Le problème posé par une telle discipline est la diversité des savoirs qu'elle doit mobiliser, et l'étendue de ses objets d'étude : toute l'activité humaine est en effet potentiellement concernée par un tel programme.

L'objectif de notre travail est de donner une lecture de l'ingénierie des connaissances déterminant son statut épistémologique, son objet et sa méthode interdisciplinaire. Dans cet esprit, cette introduction présente le parcours qui sera le nôtre et dont les principales étapes sont les suivantes :

- L'ingénierie est déjà en soi une notion délicate. Nous la redéfinirons par rapport aux notions de science, de technique, et de technologie, non pour donner des réponses définitives mais pour fixer un cadre de travail.*
- La connaissance n'est pas une notion moins complexe. Dans quel sens comprendre le projet d'une ingénierie et technologie de la connaissance ? En quoi la connaissance est-elle du domaine du reproductible et relève-t-elle d'une technique ? En quoi peut-t-il y avoir une science de la connaissance donnant lieu à une technologie ? Nous argumenterons que la connaissance n'est l'objet propre d'aucune discipline en particulier ; il n'y a de gnoséologie que philosophique, et non dogmatique ni positive : on ne peut donc avoir qu'un discours critique, de mise en perspective. Mais, si la connaissance ne peut être un objet de science ou de technologie, elle se manifeste et s'exprime néanmoins à travers des supports matériels dont on peut faire la technologie et l'ingénierie.*
- On s'oriente donc sur une **ingénierie des supports et une critique de la connaissance** où l'enjeu est de décider de la portée des dispositifs pour l'exercice de la connaissance. L'ingénierie des connaissances est ainsi une **technique des supports de connaissances mobilisant les sciences de la nature pour l'élaboration des dispositifs et les sciences de la culture pour leur critique**.*
- Une telle caractérisation reste encore trop vaste et ne peut constituer une discipline autonome, lui fixer un objet et une méthode, et en déterminer les enjeux. Mais, depuis l'émergence des technologies informatiques, le numérique apparaît aujourd'hui comme un support **universel**, donnant lieu à un système technique **homogène**, où la plupart des connaissances et des contenus peuvent s'exprimer et se représenter. L'ingénierie des connaissances prend sa cohésion comme **ingénierie des supports numériques et critique des connaisan-***

ces dont ils sont l'inscription.

- *Le support numérique pose des problèmes inédits : son universalité renvoie à une prolifération des inscriptions engendrant confusion du sens et des sens, et désorientation des esprits. L'enjeu de l'ingénierie des connaissances sera d'exploiter les possibilités du numérique (que nous synthétisons à travers la notion de « raison computationnelle ») pour surmonter la désorientation. **L'ingénierie des connaissances s'inscrit dans la raison computationnelle pour en faire la critique.** C'est une économie (au sens d'organisation et de structuration) de la connaissance fondée sur l'élaboration technique.*

Ce positionnement singulier se retrouve dans la vie de la discipline où l'on constate à la fois une interdisciplinarité active et une interrogation épistémologique permanente. L'objectif du mémoire est de circonscrire l'objet et l'approche de l'Ingénierie des connaissances et de l'illustrer à travers deux problématiques fondamentales de l'inscription matérielle des connaissances : l'inscription logique et formelle des connaissances dans les ontologies d'une part, l'inscription documentaire des connaissances d'autre part.

L'ingénierie des connaissances est la discipline qui inspire et motive ce travail. Le problème qui sera au cœur de la réflexion concerne les instruments et les outils de la connaissance : quels sont les procédés, méthodes et savoirs à partir desquels élaborer des outils permettant le travail intellectuel et l'exercice de la pensée ?

1 Ingénierie des connaissances : entre technique et technologie

Plusieurs approches sont envisageables. En reprenant des distinctions épistémologiques traditionnelles, mais qui ont fait leurs preuves, on peut distinguer une recherche empirique, qui construit des procédés et méthodes à l'école de l'expérimentation concrète, d'une recherche scientifique, qui élabore des outils en application d'un savoir fondé sur la formalisation et l'expérimentation scientifiques. Aux tâtonnements de l'expérience empirique aboutissant à la technique, une recherche scientifique, donnant lieu à l'élaboration d'une technologie, ajoute voire oppose une recherche systématique fondée sur la connaissance de la nature. Ainsi s'articulent :

La technique, qui correspond à tout mode de composition d'éléments d'une activité dont l'agent, individuel ou collectif, se représente les effets. La technique caractérise le fait humain, l'*homo faber*, et lui permet d'adopter, à la différence des règnes animal et végétal, des modes d'évolution non biologiques ou organiques, mais fondés sur l'instrumentation technique de son corps et de son environnement [Stiegler, 1994].

La technologie, qui correspond au faire technique dans la mesure où il met en œuvre un savoir scientifique. La technologie, c'est la technique, au sens précédent, élaborée à partir du *logos* scientifique¹.

¹Ainsi pour François Russo, la technologie se caractérise comme « un savoir organique fondé sur des principes ; une technique n'est donc vraiment une technologie que si elle se présente comme une *doctrine* ; la technologie s'oppose à la technique empirique, qui peut se définir comme une pratique s'appuyant sur des règles non systématisées qui procèdent plus de tâtonnements et d'un contact

ENCADRÉ 1.1 – *Les différentes acceptions du terme de « technologie ».*

Le terme de technologie peut s'entendre de divers façons, selon la relation que l'on veut établir entre le *logos* et la technique. Selon une première distinction :

Le logos est appliqué par la technique : le savoir scientifique et rationnel permet de concevoir des procédés techniques dont l'efficacité est gagée sur l'apodicticité des lois scientifiques appliquées.

Le logos prend la technique comme objet : il s'agit de construire un savoir rationnel et scientifique à propos de la technique, de dégager un savoir *sur* la technique, et non *appliqué* à la technique. La technologie établit des nomenclatures et étudie les différents de types de techniques, leur domaine d'application et leurs interactions. Ce fut le projet par exemple d'André-Georges Haudricourt [Haudricourt, 1987] d'élaborer une technologie comme la classification naturelle des objets, constituant une classification généalogique qui doit rendre compte de la parenté réelle historique.

Dans la continuité de la seconde acception, la technologie peut aussi se concevoir dans la perspective des phénomènes socio-culturels, et on parle alors de « technologie culturelle ». L'enjeu, dans ce contexte, est d'articuler les innovations techniques et les transformations sociales, dans un sens ou dans l'autre. Elle a connu un développement remarquable avec l'anthropologie et l'ethnologie de la technique, à travers les travaux fondateurs et fondamentaux d'André Leroi-Gourhan [Leroi-Gourhan, 1964], où ce dernier considère la technique non pas comme une entité autonome à part de la société, mais comme une entité engendrant ses tendances propres, tout en restant en continuité avec l'évolution sociale et cognitive, puisque, comme on le sait, pour lui, l'anthropo-genèse est une techno-genèse.

L'art de l'ingénieur est étymologiquement celui de construire des engins, construction où il fait la preuve de son talent ou de son *ingenium*. Réservées à l'origine à l'art militaire, ces constructions concernent rapidement tous les domaines où des engins sont utiles et nécessaires. Plus tard, en 1964 si l'on en croit *Le petit Robert*, le terme d'« ingénierie » fut introduit à la suite du terme anglais d'*engineering*, datant lui de 1953 environ, pour désigner l'art de l'ingénieur et l'activité consistant à étudier un projet technique et industriel sous ses différents aspects : technique, économique, sociétal, financier, etc. Ainsi, l'usage rapporté par le dictionnaire nous apprend que l'ingénierie ne saurait se réduire à la technique ou à la technologie, même si elle en procède. Mais l'ingénierie reste toujours motivée par la réalisation d'un artefact technique, en incluant toutes les modalités liées à son usage et son exploitation.

L'ingénierie des connaissances possède une dimension technologique dans la mesure où, issue de l'intelligence artificielle et des sciences cognitives, elle a longtemps cherché à en appliquer les concepts et les théories pour construire des

immédiat avec la réalité que d'une expérience réfléchie. » cité dans l'article « Technologie » de l'*Encyclopaedia Universalis*, édition 1986.

systèmes à base de connaissances. L'intelligence artificielle, fondée en 1956 lors d'une école d'été à *Dartmouth college* réunissant des chercheurs éminents comme Marvin Minsky, John McCarthy, Allen Newell [Crevier, 1997], a le projet d'étudier les lois de l'intelligence pour comprendre les systèmes naturels et construire des systèmes artificiels. A l'instar d'autres disciplines expérimentales étudiant la nature, comme la biologie, la physique, etc., l'intelligence artificielle considère que l'intelligence est un phénomène naturel rencontré empiriquement dont il faut expliquer le comportement, modéliser les lois et déterminer les conditions de simulation et de reproduction. L'intelligence artificielle appartient donc aux sciences cognitives, dont l'objectif est d'appliquer aux problèmes relevant des sciences de l'esprit, par exemple la cognition, les méthodes des sciences de la nature, *naturalisant* ainsi ces problèmes, c'est-à-dire les rapportant à des phénomènes naturels, non culturels ni historiques, auxquels la modélisation physique, logique et mathématique des sciences de la nature peut s'appliquer. Dans cette optique, l'ingénierie des connaissances est la technologie des systèmes élaborés à partir de la science qu'est l'intelligence artificielle. Elle en étudie les conditions d'application et aborde les différents aspects concernant l'usage des systèmes réalisés.

Cependant, le caractère souvent réducteur des approches relevant des sciences cognitives et de l'intelligence artificielle a conduit à développer des recherches portant davantage sur les systèmes assistant le travail intellectuel que sur la nature de l'intelligence elle-même. Le vocable de « technologie cognitive » est ainsi souvent utilisé pour distinguer ces recherches des sciences cognitives dont elle partage bien des outils et des concepts. L'objectif est d'élaborer des dispositifs optimisant le travail intellectuel et surmontant la complexité des informations qu'il doit prendre en compte. Les technologies cognitives, dont on notera le pluriel, ne constituent donc plus une technologie dont le *logos* est exclusivement constitué par les sciences cognitives, mais elles doivent trouver également ailleurs leurs fondements scientifiques. Elles reposent sur le constat que l'objet de l'ingénierie des connaissances, c'est-à-dire la connaissance en tant que telle, ne se laisse pas aborder depuis une discipline unique, ni réduire à un quelconque objet scientifique.

Dans cette optique, l'ingénierie des connaissances mobilise des technologies cognitives pour réaliser des systèmes techniques instrumentant le travail cognitif et intellectuel et outillant la connaissance et la pensée. L'ingénierie des connaissances est donc interdisciplinaire à double titre : en tant qu'ingénierie, et de par son objet. Comme ingénierie, l'ingénierie des connaissances doit prendre en compte les différentes dimensions des artefacts qu'elle réalise : dimension sociale, économique, financière, etc. Mais, en abordant un objet comme la connaissance, l'élaboration même de l'artefact technique est nécessairement interdisciplinaire : la connaissance n'est pas un objet, mais un comportement social et culturel, qui s'aborde d'une multiplicité de points de vue sans qu'aucun ne puisse émerger.

Si la connaissance renvoie au *logos*, il n'y a pas un *logos* de la connaissance qui donne lieu à un savoir scientifique et cumulatif. Toute gnoséologie ne peut être que critique : l'enjeu est d'avoir un discours critique permettant de mettre en perspective l'apport de tel ou tel *logos* théorique dans l'élaboration des systèmes

techniques de l'ingénierie des connaissances. Ce qui implique que l'ingénierie des connaissances n'est pas une technologie, mais une critique des systèmes selon des points de vue issus de réflexion sur la connaissance.

Mais une telle caractérisation risque d'être incomplète ou réductrice : car, dans ces conditions, selon quels principes construire les systèmes techniques de l'ingénierie des connaissances ? Si elle n'est que critique, comment pourrait-elle être constructive ? C'est qu'il faut considérer que la locution d'ingénierie des connaissances est une métonymie dont il faut expliciter le contenu pour en avoir la pleine intelligibilité : l'ingénierie des connaissances est en fait une *ingénierie des supports de connaissances*, la technologie portant sur les supports, la critique sur leur mobilisation et interprétation comme connaissance.

En effet, l'une des thèses centrales de ce travail est que la connaissance n'est pas un objet, mais qu'elle ne s'appréhende qu'à travers des objets dont elle est l'interprétation. Ces objets, nous les appelons des *inscriptions*. Une inscription est un objet physique et matériel, dont l'usage renvoie à une construction interprétative selon des normes liées au contexte de l'interprétation. Une inscription est donc un objet intentionnel dans la mesure où il est considéré non pas pour ce qu'il est, sa constitution physique propre, son apparence matérielle, mais pour ce qu'il n'est pas : ce qu'il signifie, ce qu'il représente. L'étude des objets intentionnels consiste à établir à quelles conditions l'objet suscite l'interprétation, en fonction de sa constitution matérielle et de son environnement socio-culturel. C'est dans l'interprétation que l'inscription prend son objectivité, pour devenir l'inscription *de* quelque chose, qu'elle prend sa cohésion et sa cohérence (on peut la délimiter comme un *signe*), et que l'univers signifié ou intentionné se constitue. L'inscription se laisse donc aborder selon plusieurs points de vue :

Selon un point de vue relevant des sciences de la nature : les inscriptions sont des objets matériels dont l'élaboration et la transformation relèvent de modélisations logico-mathématiques ; informatique, logique mathématique, mathématiques du signal, reconnaissance des formes, etc. Ces modélisations induisent des transformations techniques qui, fondées sur des approches scientifiques, sont donc technologiques au sens habituel.

Selon un point de vue relevant des sciences de la culture : les inscriptions renvoient à des interprétations dont la description n'est pas d'ordre à fonder une technique, mais à motiver une critique de leur usage et de leur élaboration². En effet, alors que le *logos* scientifique a pour ambition de fonder l'exactitude et la répétabilité nécessaire et universelle des fonctionnements techniques, la

²En effet, la technique et la science ne s'élaborent pas selon des considérations exclusivement endogènes : elles résultent de choix relevant de la sociologie des acteurs, individuels et institutionnels, et des contextes idéologiques et culturels. Pourquoi s'intéresser à tel problème plutôt qu'un autre ? Pourquoi retenir tel résultat plutôt qu'un autre ? L'observation de la science telle qu'elle se fait montre que la science telle qu'elle se raconte est une rationalisation *a posteriori*, un regard rétrospectif considérant les choix effectués comme nécessaires à la lumière de leurs conséquences, en oubliant l'arbitraire et l'incertitude ayant présidé aux choix au moment où ils ont été faits. On doit à la nouvelle sociologie des sciences et des techniques, brillamment représentée par le Centre d'innovation de l'École des Mines de Paris, d'avoir révélé ce fonctionnement de la science [Latour and Woolgar, 1988, Latour, 1989, Callon and Latour, 1991].

description critique des sciences de la culture rend compte de la variabilité de l'interprétation en fonction des contextes sans prétendre à la répétabilité. En montrant la variation contextuelle et l'impact des normes socio-culturelles, la description critique montre des régularités et permet une connaissance permettant davantage des ajustements de l'usage dans la confrontation au réel qu'une construction technique. Les sciences de la culture constituent un *logos* dont la rationalité et la scientificité ne consistent pas dans des lois prédictives et répétables mais dans l'intelligibilité de la variation contextuelle et de l'interaction avec les normes et les usages. En tant que telles, elles ne fondent donc pas une technique, mais un usage de cette technique, que ce soit pour l'élaborer, la mettre en œuvre ou la confronter aux affaires humaines.

L'ingénierie des connaissances est une ingénierie des supports et une critique des connaissances dont ils deviennent les inscriptions en fonction des contextes interprétatifs dans lesquels ils sont plongés. L'ingénierie des connaissances sera doublement techno-logique :

Une technologie comme production d'inscriptions où le *logos* permet de formaliser des méthodes, concepts et théories pour construire des dispositifs possédant des propriétés voulues ;

Une technologie comme interprétation d'inscriptions où le *logos* permet d'ajuster l'usage des dispositifs dans un parcours herméneutique se construisant à partir du contexte et des acteurs. Déniant qu'il y ait une répétabilité des situations, mais reconnaissant la régularité des normes et des usages, ce *logos* ne construit pas le dispositif qui découlerait de ses lois, mais décrit son fonctionnement et les choix ayant motivé son élaboration en précisant comment construire son interprétation. Il est méthode, alors que le *logos* comme production est technique.

L'ingénierie des connaissances repose sur un *logos* garant de son efficacité mais aussi critique de sa pertinence.

2 Ingénierie des connaissances et technologie numérique

Mais cette caractérisation ne suffit pas. Si elle indique comment l'ingénierie des connaissances s'articule entre différents types de savoir pour donner une technologie des inscriptions, elle ne permet pas de la rapporter à un domaine délimité et à un objet défini. En effet, la production d'inscriptions repose sur un ensemble infini de procédés techniques et les modalités interprétatives sont également innombrables. Se fonder par conséquent sur les notions d'« ingénierie » et de « connaissance » pour comprendre ce qu'il faut entendre par ingénierie des connaissances est insuffisant. En témoignent les sources de confusion et d'interrogation auxquelles sont confrontés les praticiens de l'ingénierie des connaissances et qui ne contribuent pas à éclaircir le problème.

En effet, la notion et le terme d'ingénierie sont à la mode. Il n'est pas un domaine d'activité qui ne revendique une ingénierie : ingénierie des ressources humaines,

ingénierie en organisation, ingénierie patrimoniale, ingénierie financière, ingénierie en gestion, etc. Ces ingénieries viennent s'ajouter aux domaines traditionnels de l'ingénierie, comme la mécanique, l'électrotechnique, l'informatique. On peut s'interroger sur ce succès terminologique d'un tel vocable et chercher à comprendre pourquoi on l'applique à des domaines traditionnellement réputés non techniques. Le succès du terme d'« ingénierie » vient probablement du fait qu'il permet de conférer aux activités qui s'en emparent les traits d'efficacité, d'efficience et de rationalité qui lui sont habituellement associés. Ces nouveaux usages renvoient au fait que d'une part ces différents domaines mettent en œuvre des projets dont on prend en compte les différentes dimensions, et d'autre part ces domaines mobilisent désormais des procédés systématiques et répétables. Comme nous y reviendrons dans le prochain chapitre, cela dénote une réification des situations où les éléments les composant sont réduits à des pièces d'un dispositif technique. Il y a bien souvent un abus de langage qui provient d'une confusion entre méthode et technique, méthodologie et ingénierie. Cette discussion montre que le qualificatif d'ingénierie ne suffit guère à renseigner sur la démarche qui sera adoptée ni sur le type d'activité visée.

Par ailleurs, la connaissance reste un terme fort général qui intervient dans toutes les activités humaines. De ce point de vue, la connaissance ne circonscrit pas un *domaine* pour une ingénierie, ni ne détermine un *objet* du fait de la pluralité des points de vue qu'il faut convoquer pour traiter des connaissances. Ces difficultés viennent en écho au doute qui s'empare des praticiens de cette discipline qui reconduisent régulièrement la discussion épistémologique à propos des fondements du domaine³, ou bien s'interrogent sur les connexions entre l'ingénierie des connaissances et des disciplines voisines⁴. L'ingénierie, telle qu'elle est comprise dans l'ingénierie des connaissances se rencontre-t-elle ailleurs ou peut-elle inspirer d'autres disciplines⁵ ?

Enfin, l'ingénierie des connaissances se trouve confrontée à de nombreuses questions qui se sont au cœur des préoccupations contemporaines : la connaissance est devenue un enjeu politique majeur mis en avant par la communauté européenne dans le cadre de la « course à la connaissance » et comme condition de construction d'une « société de la connaissance », concept proposé pour caractériser quelle sera la principale source de valeur (sociale, économique, culturelle, technique et industrielle) de la société européenne des prochaines années.

Pour ne pas noyer le projet d'une ingénierie des connaissances dans l'interdisciplinarité des recherches se rapportant de près ou de loin à la connaissance et son

³Voir par exemple [Charlet, 2001] : est-ce une science, une technologie, un art pratique ? Peut-on l'enseigner ? Quelles disciplines faut-il convoquer pour pratiquer l'ingénierie des connaissances ?

⁴En particulier, on note des convergences avec les sciences de l'organisation [Zacklad, 2000], les sciences de la gestion [Charlet, 2002] et [Teulier and Girard, 2001], le management, la capitalisation et la gestion des connaissances [Zacklad and Grundstein, 2001, Zacklad and Grunstein, 2001, Ermine, 1996] ou enfin l'ethnométhodologie et le cours d'action [Salembier et al., 2001].

⁵Par exemple, Pierre Tchounikine propose l'Ingénierie des connaissances en modèle pour constituer une « ingénierie des environnements informatiques pour l'apprentissage humain » [Tchounikine, 2002].

instrumentation, pour ne pas le perdre non plus dans les impacts sociétaux de la « course à la connaissance » et de la « société de la connaissance », il est important de mobiliser un élément supplémentaire pour restreindre, mais aussi approfondir, le domaine de l'ingénierie des connaissances.

A ces questions portant sur l'unité et la portée de l'ingénierie des connaissances, une réponse vient des technologies numériques. En effet, ce principe technologique, autrement dit un principe découlant de la science et donnant lieu à des réalisations techniques, a révolutionné l'élaboration des instruments de la connaissance. En permettant d'une part d'informatiser les traitements et d'autre part de discrétiser les contenus, le numérique propose un cadre technique homogène où contenus et outils sont intégrés. Le paradigme computationnel, issu de la cybernétique de McCulloch et Wiener [Pélissier and Tête, 1995], a été à l'origine de l'intelligence artificielle en voyant dans l'ordinateur un modèle de l'esprit ou du cerveau, et dans l'esprit une réalisation matérielle des machines de Turing : il donnait une singulière importance à l'informatique et aux traitements numériques et symboliques de la connaissance. A présent que ce paradigme perd de sa force, ces traitements restent cependant au cœur des problématiques contemporaines puisque le numérique unifie tous les outils de la connaissance à défaut d'en être le modèle.

L'unité et la cohérence de l'ingénierie des connaissances lui viendra principalement de la base technique et technologique que constitue le numérique : support universel, il mobilise les lois du calcul et des représentations symboliques et permet de construire des instruments de connaissances. A l'éclatement de la réflexion, il oppose une unité scientifique et technique et permet une herméneutique des usages.

3 Démarche adoptée

Il y a donc un écheveau de concepts et notions à dénouer pour préciser l'objet, le domaine et la méthode de l'ingénierie des connaissances, et son inscription dans le paysage socio-technique contemporain. Un tel travail ne renvoie donc pas à une coquetterie épistémologique, mouche du coche du travail scientifique. Dans un contexte nouveau et changeant, ce travail est non seulement une condition, mais un accompagnement nécessaire à l'élaboration, l'exploitation et la compréhension des procédés techniques de l'ingénierie des connaissances comprise comme technologie des inscriptions numériques.

Notre démarche sera animée d'un double mouvement. D'une part, nous repartirons d'une réflexion fondamentale sur l'ingénierie et la question de la technique. L'ambition est de pouvoir déterminer les contours et limites d'une activité d'ingénierie et de la distinguer d'activités voisines qui pourraient être tentées de la revendiquer. Ce travail sur la technique et l'ingénierie permettra d'aboutir au constat selon lequel toute ingénierie consiste en une *naturalisation* des éléments mobilisés dans les dispositifs qu'elle élabore, et en une *sémiotisation* des dispo-

sitifs comme fait culturel et social, dont il faut thématiser l'élaboration, la diffusion et l'appropriation depuis les sciences de la culture. La technologie, et plus généralement l'ingénierie qui la mobilise, doivent être une herméneutique des systèmes et des procédés dans la mesure où d'une part ils participent de la construction des faits humains et sociaux, et où d'autre part ces derniers sont également conditionnés par les faits techniques, leur tendance et leur autonomie. Cela amène à rapprocher la figure de l'ingénieur de celle du rhéteur, qui doit sélectionner, structurer et argumenter un discours pour construire l'acceptabilité de ses projets et de leur réalisation.

D'autre part, dans un mouvement converse, nous élaborerons une approche de la connaissance permettant de thématiser et définir une ingénierie de la connaissance. L'hypothèse explorée est que toute connaissance n'est connaissance que comme interprétation d'une inscription matérielle qui en est le support. Dans cette optique, une ingénierie des connaissances doit être comprise comme une *ingénierie des supports de connaissance*, c'est-à-dire une ingénierie des inscriptions de connaissances. La manipulation technique inhérente à toute ingénierie consiste en procédés de traitement des inscriptions. Les supports numériques de connaissance font l'objet d'une ingénierie systématique permettant d'articuler finement conception des supports et production du sens. Le numérique, en proposant un système technique homogène, engendre des conséquences cognitives que l'on estampille du label de « raison computationnelle », à l'instar de la raison graphique [Goody, 1979] qui qualifie la rationalité propre à l'écriture.

Mais, dans son homogénéité (de mêmes principes s'appliquent à tous les objets numériques) et son universalité (tout contenu et toute connaissance peuvent recevoir une expression numérique), le numérique amplifie les phénomènes de désorientation [Stiegler, 1996] : instrument de la connaissance, le numérique devient paradoxalement sémio-lyse, destructeur de sens, plutôt que sémio-gonie, créateur de sens. L'enjeu de l'ingénierie des connaissances est de proposer les instruments d'une critique de la raison computationnelle, permettant de surmonter la désorientation.

L'ingénierie des connaissances pourra alors être définie comme une ingénierie élaborant des *dispositifs numériques* de manipulation d'inscription de connaissance et mobilisant des *méthodologies* réglant leur adoption sociale, cognitive et culturelle. Les dispositifs relèvent d'approches que l'on peut appeler « scientifiques » dans la mesure où elles modélisent des phénomènes en les isolant de leur contexte pour les formaliser et les reproduire de manière nécessaire et sûre. Ce sont par exemple des modèles issus des mathématiques appliquées et de la logique formelle qui permettent d'obtenir de manière démontrée un comportement donné. Les méthodologies relèvent d'approches émanant des sciences dites de la culture, où les phénomènes ne sont observables qu'en contexte. Ces méthodologies prolongent les modèles formels en étudiant leur comportement en situation. Cette observation permet de mieux comprendre et évaluer la pertinence des modèles formels et le rôle des artefacts dans leur utilisation.

À l'issue de ce double mouvement, et muni d'une caractérisation de l'ingénierie des connaissances, nous aborderons ce qui nous semble être les deux principales déclinaisons des connaissances comme inscriptions numériques : les représentations formelles d'une part, les inscriptions documentaires d'autre part. En effet, ces deux types d'inscription renvoient à deux manières d'aborder la connaissance :

Les langages formels abordent la connaissance de manière à la contrôler à l'aide d'une syntaxe formelle où une sémantique compositionnelle et vérifonctionnelle vient compléter une syntaxe générative : à chaque règle de génération syntaxique, permettant de construire un (fragment d') énoncé, correspond une règle de composition sémantique indiquant comment construire l'interprétation de l'énoncé engendré à partir de l'interprétation des constituants syntaxiques. Dans ce cadre, on veut que tous les aspects sémantiques jugés pertinents et essentiels puissent être manifestés et contrôlés par la syntaxe : toute manipulation formelle renvoie de manière calculable à une transformation sémantique. C'est ce que l'on constate par exemple dans les bases de données où chaque élément doit posséder un type qui détermine la classe des transformations applicables : le type exprime la sémantique des données et par conséquent les traitements syntaxiques possédant un sens pour cette donnée.

Les langages documentaires abordent les connaissances à travers des inscriptions dont l'interprétation n'est pas déterminée par la construction formelle et matérielle (par exemple des documents que l'on a collectés). Il réside un arbitraire dans la forme et le sens, qui se manifeste par une variabilité du sens en contexte que l'on ne peut que décrire sans pouvoir ni la réduire ou la prédire.

Contrairement à un implicite que l'on retrouve dans les travaux contemporains autour du Web sémantique, les langages formels ne représentent pas davantage le sens que les documents. Ainsi n'a-t-on pas, au sens propre, à l'aide de RDF, une expression du sens d'une ressource publiée sur le Web [RDF, 2003]. En revanche, le caractère contrôlé des langages formels permet d'avoir une représentation « canonique » d'un sens donné, c'est-à-dire permettant de retrouver une interprétation donnée à partir de son inscription formelle. Ainsi, la distinction porte sur le statut de l'inscription, non sur le fait que l'une soit le sens, l'autre le contenu dont on représente le sens.

Le plan du mémoire est le suivant :

Fondements de l'ingénierie des connaissances : l'objectif est de déterminer l'objet de l'ingénierie des connaissances et sa relation aux disciplines voisines.

L'ingénierie, entre science et conscience : ce chapitre reprend de manière approfondie la question de la technique pour la caractériser par la notion de *dispositif*. Le statut des dispositifs techniques est ensuite examiné à l'aune de la philosophie et de l'histoire des sciences pour faire émerger et confronter deux modèles : l'un, actuel, de la techno-science, l'autre, à constituer, de la techno-culture, en comprenant par ce terme la prise en compte dans l'élaboration technique des principes socio-sémantiques et

culturels. La techno-culture doit aborder la complexité rencontrée lors de la mise en œuvre effective des techniques. L'enjeu est de comprendre que le *logos* permettant d'élaborer la technologie renvoie ici aux *sciences* de la culture. Dans ce contexte, l'ingénierie et la technologie doivent être comprises comme une herméneutique et une rhétorique de la technique, où il faut établir comment interpréter un système dans le cadre des discours qu'il suscite et dont il résulte.

L'inscription matérielle des connaissances : si toute ingénierie donne lieu à une explicitation de connaissances, elle ne conduit pas nécessairement à une ingénierie des connaissances. Ce chapitre montre comment la connaissance procède d'une genèse technique à partir de supports matériels fonctionnant comme l'inscription matérielle des connaissances. Le point essentiel est que l'inscription n'est pas le résultat d'un processus où la connaissance, connue et détenue, s'exteriorise en une inscription qui n'est que la conséquence ; l'inscription est la condition constitutive de la connaissance : inscription et connaissance sont co-constitutives et s'élaborent de concert par la relation d'interprétation qui les relie. L'inscription est donc la condition et le résultat de la connaissance.

Le chapitre se poursuit en considérant plus particulièrement les supports numériques et étudie la question de déterminer quels types de connaissances sont particulièrement associés à ce nouveau moyen d'inscription. On introduit alors la notion de « raison computationnelle » pour thématiser cette constitution numérique des connaissances. La critique de cette raison analyse la désorientation comme le principal obstacle que doit traiter l'ingénierie des connaissances et des contenus.

Au terme de cette première partie, l'ingénierie des connaissances est resituée dans une conception de la technique et de la connaissance. Elle se définit comme l'art (technique) des inscriptions numériques, mobilisant une science des transformations formelles et une approche socio-sémantique et culturelle de leur interprétation.

Déclinaisons de l'ingénierie des connaissances : l'objectif de cette deuxième partie est de considérer comment la science des inscriptions numériques et l'art de leur interprétation s'articulent. Cette articulation est interrogée autour des deux modes fondamentaux d'inscription des connaissances : le formel et le documentaire.

L'inscription formelle des connaissances : mobilisant des artefacts numériques et informatiques, la logique propose une médiation privilégiée entre technique et connaissance. La problématique des ontologies permet d'aborder à la fois les questions de modélisation et celles de l'exploitation. Ce chapitre propose d'enrichir les ontologies de concepts d'anthologies de leur usage, de manière à proposer à la fois un outil formel et un instrument de consensus.

L'inscription documentaire des connaissances : traditionnellement, les inscriptions techniques renvoyant à des interprétations culturelles sont des documents. L'ingénierie documentaire est donc un lieu privilégié de l'ingénierie des connaissances. Le chapitre analyse la notion de document

Thème	Domaine	Contribution
Technique et ingénierie	épistémologie	Techno-culture
Inscription matérielle et connaissance	épistémologie du numérique	Raison computationnelle
Inscription formelle des connaissances	Représentation des connaissances	Ontologies
Inscription documentaire des connaissances	Ingénierie des documents	Indexation multimédia

FIGURE 1.1 – Articulation du mémoire, thématiques et contributions

selon différents points de vue pour montrer comment la mise en forme matérielle du contenu conditionne l'interprétation et l'appropriation du sens. Dans le contexte du numérique, l'appropriation et l'exploitation des contenus documentaires est conditionné par l'indexation. Le chapitre poursuit l'analyse en abordant l'indexation multimédia et conclut sur les enjeux de recherche qui sont posés à l'ingénierie des connaissances.

La figure 1.1 résume le plan du mémoire en proposant les thèmes abordés, le domaine dont il relève, et les contributions ou notions que nous avons voulu proposer.

Première Partie

Ingénierie des connaissances : la question de la technique et de la représentation

Pour une épistémologie de l'ingénierie des connaissances

Chapitre 2

La technique entre science et conscience

Déterminer la nature de l'ingénierie des connaissances et son programme nécessite d'éclaircir la notion d'ingénierie, à la lumière de celles de technique et de technologie. L'essence de la technique est analysée comme l'élaboration de dispositif : un dispositif est l'organisation spatiale d'éléments telle que cette configuration détermine un déroulement temporel. La technique peut être comprise comme l'arrondissement du devenir : le devenir est abordé comme une conséquence nécessaire et naturelle du fonctionnement du dispositif, qui arraisonne le devenir et l'assimile à un phénomène naturel soumis à la nécessité des lois de la nature.

La technique par essence naturalise les comportements qu'elle reproduit. Cependant, sa conception et son usage renvoient la technique à des considérations relevant des sciences de la culture : une sémiotisation de la technique complète et achève la naturalisation qu'elle effectue depuis les sciences de la nature. La complexité des procédés à mettre en œuvre, les choix nécessaires à effectuer, le consensus d'usage à créer impliquent que la technique doit s'ouvrir à l'interprétation herméneutique et l'argumentation rhétorique, et pas seulement à la démonstration scientifique.

La technique découvre la contingence alors qu'elle veut introduire la nécessité dans les matières humaines. Elle renoue avec la technique aristotélicienne en dépassant la techno-science contemporaine. On déduit alors que la technologie, discours scientifique permettant d'ancrer la pratique technique dans le logos, procède des sciences de la nature et des sciences de la culture. L'ingénierie, étude globale des projets techniques, est donc une technologie pratiquant la pluralité épistémologique des savoirs à convoquer. Dans cette perspective, l'ingénierie des connaissances sera la technologie des inscriptions numériques, puisant dans la logique et l'informatique son ancrage dans les sciences de la nature, et dans la sémiotique, la sémantique et les sciences de l'information et de la communication son lien aux sciences de la culture.

Malgré leur apparente familiarité, les notions de technique et d'ingénierie sont difficiles à caractériser. Ce chapitre reprend ces notions et tente de les redéfinir à partir des apports de la philosophie et de l'histoire des sciences et techniques.

1 La question de la technique

La notion d'ingénierie est indissociable de la question de la technique. Cette question, qui fut longtemps délaissée par la réflexion philosophique, suscite ces dernières décennies un intérêt qui ne s'est pas démenti¹. Sans prétendre affronter toute la complexité du débat philosophique contemporain, cette section aborde la question de la technique pour proposer un éclairage sur notre pratique de l'ingénierie².

1.1 La technique comme dispositif

1.1.1 Caractérisation

Selon nous, la question de la technique se ramène en son essence à celle de *dispositif*. Un dispositif est une *organisation matérielle et spatiale capable de produire et déterminer un devenir*. L'essence du dispositif est de déterminer par sa *configuration spatiale un comportement temporel*. Par exemple, un moteur à explosion est un ensemble matériel et spatial dont l'organisation permet de produire un cycle temporel, composé des quatre temps constitutifs du moteur à explosion (admission, compression, explosion, dilatation). C'est en effet le propre du mécanisme que de traduire l'espace en temps, en exploitant le potentiel de transformation, la tension, qu'il recèle. Autrement dit, le mécanisme consiste dans la compréhension que l'espace est un programme dont l'exécution donne le devenir et produit le temps. Toute technique, dans cette optique, est un mécanisme qui, quand on fait abstraction de la matière physique, est un calcul. L'aboutissement contemporain des technologies de l'information qui envahissent tous les secteurs de la société, mais aussi de la technique, n'est que l'explicitation progressive de la signification de la technique comme mécanisme, et du mécanisme comme calcul (cf. *infra* section 1.3). C'est sans nul doute la science du 17^e siècle qui, avec Descartes et la géométrisation de la physique, a mis en place ces principes qui se sont considérablement développés les deux siècles suivants, comme en témoignent par exemple les travaux de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert (voir l'encadre 2.1).

¹Parmi les nombreux travaux traitant de ce sujet, il nous semble indispensable de citer les travaux de Bernard Stiegler [Stiegler, 1994, Stiegler, 1996, Stiegler, 2002], dont la lecture nous a toujours beaucoup inspiré. On peut également mentionner [Bourg, 1996], et les travaux de Dominique Lecourt sur ce sujet. Plus anciens, et déjà consacrés par la tradition, on trouve bien sûr les textes séminaux de Martin Heidegger sur lesquels nous revenons plus bas, et de Jacques Ellul [Ellul, 1954]. Paul Virilio [Virilio, 1996] éclaire d'un regard critique mais acéré le débat contemporain.

²Exerçant le métier d'ingénieur outre celui de chercheur, nous profitons de cette dernière posture pour revenir sur notre pratique d'ingénieur. C'est pourquoi nos considérations philosophiques ne sont pas tant à prendre comme des réponses aux théories du corpus traditionnel que comme des tentatives de réfléchir et théoriser la pratique, la nôtre et celle que nous partageons avec nos pairs. Nous nous efforçons ainsi de proposer, dans un vocabulaire souvent emprunté à la philosophie car nous y trouvons la précision et la conceptualité nécessaires, une théorie informée de l'empirie. Ces remarques indiquent qu'il faut donc prendre nos réflexions comme le reflet d'une démarche, par principe jamais achevée, et non comme une base dogmatique acquise une fois pour toutes.

ENCADRÉ 2.1 – *Du mécanisme au numérique : une métaphore de l'horloge*

Déjà, dans l'*Encyclopédie*, Diderot écrivait pour caractériser la notion de système : « Le système n'est autre chose que la disposition des différentes parties d'un art ou d'une science dans un état où elles se soutiennent toutes mutuellement, et où les dernières s'expliquent par les premières. Celles qui rendent raison des autres s'appellent principes, et le système est d'autant plus parfait que les principes sont en plus petit nombre : il est même à souhaiter qu'on les réduise à un seul. Car de même que dans une horloge il y a un principal ressort duquel tous les autres dépendent, il y a aussi dans tous les systèmes un premier principe auquel sont subordonnées les différentes parties qui le composent ».

L'horloge est par excellence le mécanisme qui traduit une disposition spatiale en déroulement temporel du fait des forces en présence. Ce mécanisme exemplaire permet par analogie et par extension de penser la nature. C'est ainsi que le fonctionnement du vivant est comparé à une horloge par La Mettrie dans *L'Homme-Machine* [La Mettrie, 1981] : « Le corps humain est une horloge, mais immense, et construite avec tant d'artifice et d'habileté, que si la roue qui sert à marquer les secondes vient à s'arrêter, celle des minutes tourne et va toujours son train ; comme la roue des quarts continue à se mouvoir, et ainsi des autres, quand les premières, rouillées ou dérangées par quelque cause que ce soit, ont interrompu leur marche. » Cette conception mécanique s'étend également à la société et donnera lieu à la tradition technico-politique du contrôle et de la régulation de la société : le mécanisme permet à la fois d'analyser mais aussi de manipuler les corps, vivants ou sociaux. Michel Foucault [Foucault, 1975, p. 138] parle ainsi d'une « théorie générale du dressage ».

Cette théorie du mécanisme permet de le comprendre comme réduction à des éléments et recombinaison et manipulation de ces derniers : le mécanisme est à la fois une analyse (on découpe en morceau - *lyse*) réductionniste et une reconstruction - manipulation. Ces principes du mécanisme, en retenant la forme des transformations mais en délaissant leur matière, donneront ceux du numérique, dont le noème sera conçu comme un « ça a été manipulé » et dont la tendance technique sera comprise comme la décomposition et la recombinaison (cf. *infra*, section 2.3.2 du chapitre 2).

En s'appuyant sur les mots employés pour le qualifier, le dispositif produit au sens où il conduit (« duit ») devant (« pro »). Mais que met-il devant ? Ce qui est prévu : il construit dans le présent ce qui n'était que prévision pour le futur. Par conséquent, le propre du dispositif est de rendre actuel ce qui est prévu, de rendre présent au terme de son déroulement ce qui était à venir. Ainsi, le dispositif rend certain le futur, aussi certain que peut l'être le présent, puisqu'il donne le moyen de relier le futur au présent via le procédé dont il est la matérialisation. A l'incertitude du futur, à l'ouverture du devenir (au sens où l'on reste *ouvert*, prêt à ce qui n'est pas anticipé, prévu), le dispositif oppose un à-venir résultat d'un processus contrôlé et donc certain. Le dispositif est destiné à maîtriser l'incertitude du devenir pour l'arraisonner à la certitude d'un déroulement temporel qui produira le résultat

attendu. Le dispositif est donc la négation du temps dans sa dimension d'incertitude et d'ouverture et le ferme sur un processus devant produire le résultat. Cette notion de dispositif permet de souligner quatre aspects essentiels de la technique :

la reproductibilité : le propre du dispositif est d'être capable de répéter la même suite d'événements à partir de conditions initiales données ; en ce sens, la technique et ses dispositifs associés, c'est ce que l'on fait pour que « ça marche », pour que « ça marche comme prévu » et en fait, essentiellement, « ça marche comme avant » ; c'est la permanence du dispositif comme inscription dans l'espace qui permet de reproduire le résultat, à l'instar du programme informatique dont la permanence en mémoire permet d'entreprendre toutes les actions nécessaires quand il est exécuté.

la planification : la technique est essentiellement un rapport au temps. C'est parce que nous savons que nous avons un devenir, qu'il y a un « après » qui suit le « maintenant » que nous vivons en ce moment, que nous voulons prévoir cet après. Mais il ne suffit pas qu'il y ait un futur pour que la planification nous semble nécessaire, il faut aussi que ce futur soit indéterminé : à quoi bon planifier un futur déjà déterminé, sans incertitude sur ce qu'il nous réserve ? Il y a un futur, ce futur est ouvert, incertain, et c'est pour résorber cette incertitude, pallier l'indétermination du devenir que la technique intervient pour construire l'à-venir de manière contrôlée, car reproductible.

la temporalité : le dispositif a pour fonction de convertir en rapport dans l'espace un rapport au temps ; la technique est à ce niveau une dé-temporalisation du devenir, pour le spatialiser. Le futur devient alors une modalité du présent : ce qui arrive nécessairement à partir du moment présent où le dispositif est mis en action. Le dispositif met le futur à disposition.

la manipulation : le dispositif dispose d'un ensemble d'éléments matériels qu'il organise en un système ; les éléments composant ce système obéissent à des règles ou lois qui tendent à être universelles et nécessaires, de manière à assurer la reproductibilité du fonctionnement et à garantir ses résultats. Du savoir faire artisanal qui manipule les outils aux lois scientifiques qui sont au fondement des systèmes techniques, le dispositif est un système dont le comportement ne doit pas être soumis à l'arbitraire. Il ne doit pas être le jouet des variations du contexte ni des caprices de ses utilisateurs. Le dispositif fonctionne comme « dispositif » s'il obéit à ses propres règles de fonctionnement, et si la cohérence interne provenant des lois de la manipulation de ses composants prime sur l'influence extérieure.

Ces analyses appellent plusieurs remarques.

1.1.2 Remarques

1.1.2.a Technique et temps : le dispositif pour conjurer la mort La technique se définit de manière primordiale comme un rapport au temps. L'être humain est l'être qui sait qu'il va mourir sans savoir ni quand ni comment il va mourir : à la

certitude de la mort promise s'ajoute l'incertitude et l'indétermination des conditions de la mort. Il y a donc un futur (on va mourir un jour), mais ce futur est indéterminé (on ne sait ni quand ni comment)³. C'est la raison pour laquelle l'être humain doit planifier son avenir : la période sur laquelle porte la planification devient ainsi moins incertaine et moins sujette à la rencontre avec la mort, rencontre pourtant promise.

1.1.2.b Technique et dispositif : conserver et améliorer Définir la technique comme dispositif visant à reproduire et contrôler un déroulement temporel ne doit masquer que le dispositif est lui-même soumis à une évolution dans temps. Bien que l'animal puisse faire preuve de méthodes et savoir faire, qu'il fasse appel parfois à des instruments, il apparaît que l'homme est seul à se doter d'un outil qu'il *conserve* et *améliore*, comme le rappelle par exemple fort opportunément [Baudet, 2003]. Autrement dit, non seulement le dispositif vise à contrôler le temps mais, ce contrôle n'étant jamais parfait, le dispositif connaît une histoire où il évolue constamment pour mieux parvenir à cette maîtrise. Cette histoire des dispositifs donne lieu à des lignées techniques [Leroi-Gourhan, 1973] où s'exprime une dynamique, une tendance interne d'évolution, comme [Simondon, 1989] le montre bien. La suite de notre réflexion mobilise peu l'historicité de la technique mais il n'en demeure pas moins que cette dimension reste capitale pour penser la technique.

1.1.2.c Cohérence interne et cohérence externe des dispositifs En second lieu, il faut distinguer un double point de vue sur le dispositif. Selon le premier, un dispositif possède une *cohérence interne*, décrite comme un procédé obéissant aux lois de la nature. Mais, selon un deuxième point de vue, le dispositif possède une *cohérence externe* en fonction de laquelle il s'intègre plus ou moins à un contexte d'utilisation et d'usage. Ce point de vue extrinsèque renvoie davantage à la pertinence de la fonction, son statut et son rôle, plutôt qu'à la réalisation technique de cette dernière. Alors que la cohérence interne relève d'un discours d'expert, la cohérence externe renvoie au débat collectif selon lequel un dispositif est utile ou non : il n'y a pas d'expertise à propos de la cohérence externe des dispositifs, seulement des argumentaires plus ou moins rigoureux. La cohérence interne des dispositifs renvoie aux compétences « scientifiques » des ingénieurs, leur maîtrise technique des procédés élaborés à l'aide des sciences de la nature. La cohérence externe renvoie aux interprétations culturelles, sociales ou cognitives, du dispositif intégré à un contexte d'utilisation. Cette dimension n'échappe pas à l'ingénieur, qui travaille sur l'articulation entre le *procédé interne* et son *interprétation externe*.

³Heidegger le souligne dans sa conférence sur *Le concept de temps* de 1924 : « L'être-là possède en lui-même cette possibilité de coïncider avec sa mort en tant qu'elle est la possibilité extrême de lui-même. Cette possibilité ontologique extrême est une certitude dont le caractère est l'imminence, et cette certitude est caractérisée pour sa part par une complète indétermination. L'interprétation de l'être-là qui dépasse en certitude et en vérité propre toute autre affirmation, est l'interprétation qui se rapporte à sa mort, la certitude indéterminée de la possibilité la plus propre de l'être-vers-la-fin. » [Haar, 1983, p. 42].

Mais, concernant ce dernier aspect, il doit délibérer avec d'autres acteurs, ceux de l'usage et du contexte.

Cette distinction nous paraît fondamentale dans la mesure où elle montre comment la technique doit être la rencontre à la fois des sciences de la nature et des sciences de la culture. En préfiguration de ce que nous évoquerons plus bas (cf. section 3) à travers les notions de techno-science et de techno-culture, l'articulation entre procédé interne et interprétation externe marque la rencontre entre deux paradigmes épistémologiques distincts et souvent opposés.

Selon les sciences de la nature, la recherche s'effectue en isolant un phénomène que l'on étudie en contrôlant tous les facteurs interagissant avec lui. L'enceinte du laboratoire a pour vocation de fournir ce contrôle, en reproduisant et analysant les interactions naturelles de manière à objectiver le phénomène étudié et ses variations. La recherche est donc par essence « confinée » pour reprendre l'expression de Callon, Lascoumes et Barthe [Callon et al., 2001] : elle permet de contrôler les facteurs externes et donc d'observer un phénomène *décontextualisé* : décontextualiser le phénomène en contrôlant les éléments perturbateurs du contexte est l'essence de la recherche scientifique.

Toute autre est l'approche des sciences de la culture pour lesquelles décontextualiser un phénomène est l'annihiler. La recherche est dans ce contexte une recherche de « plein air » [Callon et al., 2001], car son laboratoire ne peut être que le monde lui-même, dans sa contingence et sa variabilité. Si le regard doit être focalisé et ne pas se disperser sur les multiples dimensions possibles du réel, l'objet étudié ne doit pas être soumis à la réduction imposée par le confinement d'un laboratoire, sous peine de disparaître ou de se transformer en un artefact d'expérimentation⁴.

Ainsi a-t-on deux démarches opposées : la rigueur de l'une devient, appliquée à l'autre, la source d'incohérences et de divagations. En effet, alors que les sciences de la nature recherchent la loi de la nature associée à un phénomène et l'objectivent à travers la répétabilité de l'expérience effectuée en laboratoire, les sciences de la culture observent la singularité des situations socio-culturelles et cognitives dont elles recherchent la régularité à travers des descriptions qui ne permettent pas de reproduire les phénomènes, mais de les comprendre⁵.

⁴Le terme d'artefact possède deux acceptions essentielles : selon la première, un artefact est une entité créée par un instrument de mesure venant altérer l'observation ; selon la seconde, un artefact désigne tout objet construit par l'homme. Nous proposons le terme « artefact d'expérimentation » pour la première acception, et « artefact » tout court pour la seconde. Ces deux acceptions ne sont pas sans rapport : l'artefact d'expérimentation est bien un effet ou fait de l'art, provoqué par l'art de l'expérimentateur venant se confondre avec la réalité observée au risque d'être pris pour cette dernière.

⁵François Rastier constate : les sciences de la culture « doivent leur richesse à deux diversités, celle des cultures, qui les fait se mouvoir dans des temps et des espaces différenciés ; puis, pour chaque objet culturel, celle des paramètres non reproductibles, qui empêchent toute expérimentation au sens strict et écartent ainsi le modèle des sciences physiques. Même promu au rang d'observables, les faits humains et sociaux [objets d'étude des sciences de la culture] restent le produit de constructions interprétatives [et non d'objectivations expérimentales et répétables]. » [Rastier and Bouquet, 2002,

Ces distinctions, entre sciences de la nature d'une part et sciences de la culture d'autre part, ne vont pas de soi. Elles s'inscrivent dans un paysage de vives polémiques, opposant des conceptions dogmatiques et idéologiques irréconciliables. Elles succèdent par ailleurs à la désormais séculaire distinction entre les sciences de la nature d'une part et les sciences de l'esprit d'autre part. Depuis Dilthey, en effet, il est d'usage de distinguer les *Naturwissenschaften* ou sciences de la nature et les *Geisteswissenschaften* ou sciences de l'esprit. Aux premières correspond l'*expliquer* scientifique des lois mathématiques, aux secondes le *comprendre* des lois historiques et psychologiques. Expliquer, c'est rendre compte d'un phénomène par une loi exacte permettant de le reproduire et de le prévoir. Comprendre, c'est être capable de revivre le phénomène, d'en avoir le vécu correspondant, c'est-à-dire de l'interpréter dans les termes de sa propre compréhension. Ce schéma, pour fécond qu'il fut (on peut lire à cet égard les pages éclairantes de Paul Ricoeur dans *Du texte à l'action*), doit être dépassé. En effet, la notion de vécu et le comprendre qui lui correspond est imprécise si bien qu'elle a conféré aux sciences de l'esprit un inachèvement que les sciences de la nature, grâce à leur progrès continu, prétendaient résorber⁶. Au lieu d'opposer des sciences de la nature possédant une rationalité mathématique exacte à des sciences de l'esprit où le comprendre qu'elles mobilisent, toujours approximatif et imprécis, semble en appeler à leur propre dépassement au profit de leur naturalisation, il convient d'évoquer les sciences de la culture qui étudient les phénomènes humains et sociaux dans leur complexité globale. Elles enrichissent les sciences de la nature en leur prêtant des tours argumentatifs nouveaux (voir par exemple l'*Herméneutique formelle* de Jean-Michel Salanskis [Salanskis, 1991]) et permettent d'envisager la rationalité des sciences de la nature de manière critique, montrant la complémentarité de la nature et de la culture, et non leur opposition⁷. François Rastier précise ainsi :

Une précision terminologique s'impose ici. L'expression *sciences de la culture* est empruntée à Cassirer, pour qui elle s'oppose implicitement à *sciences de la nature*. Cette opposition se superpose à celle que Dilthey a tracée entre les sciences de l'esprit (*Geisteswissenschaften*) et celles de la nature (*Naturwissenschaften*). Cependant Cassirer transpose implicitement en *culture* ce que Dilthey entendait par *esprit*. La réflexion y gagne, car, même si l'allemand distingue entre l'intellectuel (*geistig*) du spirituel (*geistlich*), le terme forgé par Dilthey témoignait d'un spiritualisme individualisant qui ne pouvait véritablement aider à fédérer un champ scientifique. (Rastier and Bouquet, 2002, p. 4)

p. 3-4].

⁶Cette tension a été à la base des sciences cognitives et en particulier de leur science fondatrice, la cybernétique. McCulloch écrivait notamment que « Tout ce que nous apprenons des organismes nous amène à conclure, non seulement qu'ils sont analogues à des machines, mais qu'ils sont des machines. Les machines faites de main d'homme ne sont pas des cerveaux, mais les cerveaux sont une variété, très mal comprise, de machine computationnelle. La cybernétique a contribué à effondrer la muraille qui séparait le monde magnifique de la physique du ghetto de l'esprit. ». Selon McCulloch, les sciences de l'esprit confinaient ce dernier en un ghetto de rationalisation inachevée qu'une naturalisation pourrait dépasser : en considérant l'esprit comme un objet de la nature, comme un phénomène matériel et physique, on peut lui appliquer les sciences de la nature et obtenir alors le même succès que dans les autres domaines de la nature, le mouvement (la mécanique), la chaleur (la thermodynamique), etc.

⁷On pourra consulter sur tout ceci [Salanskis et al., 1997, Rastier and Bouquet, 2002]).

Il faut donc sortir d'un conflit idéologique entre une nature objective d'une part et un esprit individuel hors de la nature, mais reconnaître une pluralité épistémologique dans l'observation et la compréhension du monde. Revendiquer une rationalité propre aux sciences de la culture, irréductible aux sciences de la nature car répondant à des objectifs scientifiques différents et interrogeant d'autres régions du réel est un topique classique, mobilisé notamment par Husserl et Heidegger. Ce dernier note par exemple :

« Ainsi, la rigueur des sciences mathématiques de la nature est l'exactitude. Tous les phénomènes doivent être déterminés d'avance comme des grandeurs spatio-temporelles de mouvement, pour seulement pouvoir arriver à être représentés comme phénomènes naturels. Pareille détermination s'accomplit avec la mesure effectuée à l'aide du nombre et du calcul. Mais l'exploration mathématique de la nature n'est pas exacte parce qu'elle calcule avec précision ; elle est contrainte à calculer ainsi parce que la liaison à son secteur d'objectivité a le caractère de l'exactitude. Au contraire les sciences de l'esprit et même toutes les sciences qui ont en vue le vivant, doivent en toute nécessité, justement pour rester rigoureuses, s'établir hors de la dimension de l'exactitude. Il est vrai qu'on peut également concevoir le vivant comme une grandeur spatio-temporelle de mouvement, mais alors on ne saisit plus le vivant. La non-exactitude des sciences historiques de l'esprit, loin d'être un manque, n'est que l'accomplissement d'une exigence essentielle pour ce genre de recherche. En vérité, la projection et l'établissement du rayon d'objectivité des sciences historiques sont non seulement d'un autre genre, mais demandent, par rapport à la pratique des sciences exactes, un labeur bien plus ardu. » (Heidegger, 1958, p. 104-105)

L'artefact technique se trouve donc être au croisement de ces sciences : comme dispositif possédant une cohérence interne procédant des lois de la nature, il reproduit en son sein un confinement de la nature où les lois observées se reproduisent avec certitude. Cependant, dans sa cohérence externe, il devient un fait humain et culturel où il participe à la construction des situations concrètes et relève de leur mode d'observation⁸.

Toute science doit pouvoir dégager l'objectivité des phénomènes qu'elle étudie, et réduire la part de subjectivité de l'observateur. Les sciences de la nature rapportent l'observateur à un repère permettant de qualifier le phénomène, et dégagent les paramètres essentiels permettant d'en commander la reproduction. Le dispositif expérimental confine le phénomène en fonction de ces seuls paramètres ; les autres paramètres, dus au contexte et à chaque fois variables en nature (quels sont les paramètres à prendre en compte) et en valeur (quelle valeur leur assigner), sont

⁸Notre distinction entre cohérence interne et cohérence externe, ou entre fonctionnement interne et interprétation externe, renvoie à la distinction que propose P. Flichy [Flichy, 1995] entre le « cadre de fonctionnement » et le « cadre d'usage ». Si le cadre de fonctionnement est bien l'affaire du concepteur et de l'ingénieur où il faut ouvrir la boîte noire qu'est l'objet technique dans son cadre d'usage, P. Flichy insiste sur le fait que la conception et l'élaboration reposent également sur des considérations historiques et sociales, et pas seulement physico-chimiques. Nous sommes d'accord avec cette remarque dans la mesure où, si la loi scientifique et le procédé technique reconstituent une rationalité exempte de subjectivité et de variabilité culturelle, le fait d'avoir étudié tel phénomène plutôt qu'un autre, d'avoir conçu tel dispositif plutôt qu'un autre, repose sur des motivations culturelles.

neutralisés par l'expérience. Les sciences de la culture ne peuvent annuler ni la subjectivité ni la contextualité qui sont constitutives du phénomène :

« Mais si dans les sciences de la nature, du moins les sciences physiques, la situation de l'observateur est déterminée par les coordonnées elles-mêmes physiques, repérables dans l'espace-temps, dans les sciences sociales l'espace est médiatisé par la culture, et le temps physique par l'histoire et la tradition. La situation spatio-temporelle de l'observateur est ainsi redoublée par la situation historico-culturelle de l'interprète. Or, le linguiste n'est pas seulement un observateur, mais aussi un interprète. La critique philologique joue en quelque sorte le rôle de la méthode expérimentale, non pour éliminer illusoirement toute subjectivité, mais pour hiérarchiser les subjectivités. L'objectivité des sciences de la culture se constitue ainsi par la reconnaissance critique de leur part de subjectivité. (Rastier, 2001, p. 277)

A l'objectivation des sciences de la nature viendra s'opposer la caractérisation des sciences de la culture :

En ce sens, le processus de caractérisation est définitoire des sciences de la culture. Corrélativement, l'unicité de l'objet, qui culmine dans l'œuvre d'art non reproductible, peut devenir la caractéristique de l'objet culturel. Enfin, la caractérisation est un processus progressif indéfini : elle peut s'étendre aux parties de l'objet, et conduire par exemple dans l'étude d'un texte à montrer pourquoi tel mot dans tel contexte est un hapax. (Rastier, 2001, p. 279)

Il faut entendre par caractérisation non pas l'explication de la production de tel fait singulier, mais le dépassement de son individualité non reproductible par des lois générales explicitant les normes et conventions que ce fait manifeste et modifie à la fois. Le fonctionnement scientifique des sciences de la culture repose donc sur une critique philologique, qui restitue les faits observés dans leur condition de production, de réception et d'interprétation ; ainsi, une telle critique philologique montre à l'œuvre les normes culturelles et les déplacements historiques.

1.1.2.d Dispositif et méthode, industrie et artisanat, ingénieur et gestionnaire En troisième lieu, il convient de préciser en quoi consiste matériellement le dispositif, et surtout, dans quelle mesure il implique des acteurs humains ou non. En effet, un dispositif est un agencement d'éléments matériels : il précise comment disposer et articuler ces éléments, notamment dans quel ordre et comment ils agissent les uns sur les autres. Il convient donc de distinguer le dispositif de la méthode : le dispositif comporte des objets matériels dont le fonctionnement et l'agencement doivent être aussi mécaniques et automatiques que possible. Autrement dit, leur fonctionnement ne doit faire appel à aucune interprétation, aucune compréhension qui ne puisse être formalisée et appliquée par une machine. La méthode, en revanche, prescrit un ensemble de règles qu'un acteur humain doit suivre pour manipuler et agencer des objets. Ces règles nécessitent une interprétation et une compréhension non formelles, non mécaniques. Elles sont donc des points de repères pour répéter les gestes nécessaires, mais la mémorisation associée n'est pas une pure répétition, mais comporte une part de réinvention rendue nécessaire par l'interprétation. Souvent, il est délicat de faire la part entre un dispositif et une méthode. Car un dispositif peut impliquer des acteurs humains pour exécuter certains gestes, à l'instar de ce que pourraient effectuer des machines ;

simplement, on recourt à des êtres humains car les machines correspondantes n'existent pas ou seraient trop coûteuses à élaborer. Par ailleurs, les méthodes tendent spontanément à se préciser, et donc à se formaliser : le dispositif est une méthode dont on a achevé la formalisation. Nous retiendrons par conséquent les caractérisations suivantes pour ces notions :

un dispositif est un agencement d'objets matériels dont le fonctionnement est pensé de manière à être automatisable ; son fonctionnement est de l'ordre d'une répétition mécanique ;

une méthode est un ensemble de règles dont l'application permet d'obtenir un résultat. L'application des règles repose sur une interprétation qui, pour être le plus souvent répétitive, possède sa part d'inventivité.

La méthode est le propre d'une rationalité artisanale. Dans un contexte artisanal, on mobilise des outils, mais l'outil ne prescrit pas par lui-même son usage et son fonctionnement, il propose un schème d'usage qui sera interprété par un utilisateur. D'une certaine manière, l'usage doit à chaque fois être ré-inventé : cette invention suit des lignes tracées par la structure de l'outil et son environnement technique, mais elle se déploie dans les variations laissées possibles par les usages multiples de l'outil. L'outil artisanal fait système avec d'autres outils, mais seulement de manière potentielle : ce système n'est actuel que par l'intermédiaire d'un artisan qui s'en sert. Ainsi, le marteau fait-il système avec des clous, mais déterminer ce qui est clou pour un marteau, et marteau pour des clous est du ressort de l'interprétation de l'artisan. La difficulté et la force du travail artisanal est que le passage de la puissance à l'acte du système technique résulte d'une invention, d'une création d'un usage des outils et de la construction d'un produit. C'est la raison pour laquelle l'artisanat est souvent si proche de l'art : l'appropriation des outils et de leur usage ouvre la voie d'une création inédite de formes esthétiques.

Symétriquement, le dispositif est le propre d'une rationalité industrielle. Dans un contexte industriel, on mobilise un système technique actualisé d'outils capables de fonctionner de manière automatique et mécanique (éventuellement avec des opérateurs humains, mais tenant lieu de composants mécaniques, et non mobilisés pour leurs capacités interprétatives et créatives). Il n'y a donc pas de schèmes d'usage donnant lieu à une utilisation créative, mais un fonctionnement déterministe et déterminé : la reproduction du fonctionnement repose sur une répétition à l'identique, souvent garantie par la démonstration scientifique. Au lieu de l'exemplaire unique créé par l'artisan, on obtient l'exemplaire de série. La méthode et le savoir faire artisanaux sont alors *extériorisés* et *matérialisés*, totalement, en un dispositif, autonome et mécanique. Ou, dit autrement, le dispositif *internalise* dans son fonctionnement *mécanique* l'*interprétation* que fait l'artisan des instruments.

L'ingénieur, dont l'existence est irréductiblement associée à la notion de système industriel, est celui qui élabore des dispositifs. Mais pas seulement : il doit les utiliser et les intégrer dans des contextes d'usage. La pertinence et la rationalité de cet usage s'appréhende dans des méthodologies. La méthodologie est le cadre théorique et rationnel à partir duquel décliner les différentes méthodes propres

Rationalité artisanale	Rationalité industrielle
méthode interprétation des outils exemplaire unique à la demande : <i>a posteriori</i>	dispositif reproduction mécanique exemplaire de série planification <i>a priori</i>

FIGURE 2.1 – Rationalité artisanale et rationalité industrielle

à l'usage d'un dispositif selon le contexte. Autrement dit, la méthodologie est le moule générique à partir duquel tirer des méthodes spécifiques. L'ingénieur est donc l'industriel des dispositifs et l'artisan de leur usage.

Enfin, on peut opposer la figure de l'ingénieur, dévolue aux dispositifs, aux figures de l'artisan et du gestionnaire, dévolues aux méthodes. Quand la méthode porte sur des outils de production, on a affaire à un artisan, quand elle porte sur des outils de représentation, on a affaire à un gestionnaire⁹. Par conséquent, l'ingénieur ne s'occupe pas seulement de méthodes, sinon il serait gestionnaire, ni seulement de dispositif, sinon il serait technicien ou scientifique. L'ingénieur mobilise toutes ces postures sans se réduire à aucune d'entre elles.

1.1.2.e Reproductibilité et nécessité hypothétique La reproductibilité que permet un dispositif provient du fait que les éléments rassemblés et agencés dans un dispositif réunissent les conditions permettant que le fonctionnement désiré en soit la conséquence *nécessaire*. Cette nécessité renvoie au fait que le fonctionnement correspond à une loi universelle et nécessaire de la nature. Cependant, il n'est pas nécessaire dans la nature qu'il y ait tel ou tel dispositif, ni qu'il y ait tel ou tel objet ou fonctionnement obtenu ou produit par un dispositif. Le dispositif met en œuvre la nécessité de la nature sans être lui-même nécessaire. On retrouve la notion aristotélicienne de « nécessité hypothétique » : Aristote explique en effet qu'il est nécessaire qu'un caillou jeté en l'air retombe par terre, et que tout choc sur mon pied me fasse mal ; mais il n'est pas nécessaire qu'un caillou me fasse mal car il n'est pas nécessaire qu'un caillou jeté en l'air retombe sur mon pied. Pourtant, *si* un caillou est jeté au dessus de mon pied, *alors* il me fera mal. A cette condition, sous cette hypothèse, on obtient bien un fonctionnement nécessaire. Il en est de même pour les dispositifs. Un dispositif a pour fonction de créer la configuration, de réunir les différentes conditions, de remplir les hypothèses variées faisant du comportement attendu un comportement nécessaire. Chaque dispositif est alors en quelque sorte une nature en miniature, où l'on crée un ordre particulier et une nécessité locale. Dans cette optique, on peut distinguer l'ingénieur du scientifique : alors que ce dernier étudie les lois de la nature, la nécessité « absolue

⁹Souvent, le gestionnaire se veut ingénieur, tendant à vouloir réifier des outils de gestion en un dispositif de contrôle. C'est ce que l'on peut voir dans le rapprochement entre les sciences de la gestion et l'ingénierie des connaissances : le gestionnaire devient un ingénieur maîtrisant un système technique, de plus en plus formalisé, de représentations, mais demeure un artisan de leur interprétation et ré-inscription dans le contexte concret de l'entreprise.

» que l'on rencontre dans les phénomènes naturels, l'ingénieur crée des dispositifs pour rendre nécessaire ce qui ne serait sinon que le fruit d'un hasard improbable. En reprenant notre typologie, on aurait ainsi :

la science étudie les lois de la nature et recherche la nécessité absolue ou non conditionnelle ;

l'ingénierie s'intéresse à des dispositifs dans un contexte d'usage ; elle mobilise deux postures :

la science appliquée qui étudie comment les lois de la nature peuvent, dans un dispositif donné, produire de manière nécessaire un résultat qui serait sinon improbable, du fait de ses conditions de fonctionnement ;

la méthodologie qui étudie comment un dispositif, fruit de procédés issus de la science appliquée, s'intègre dans un contexte d'usage.

1.2 La technique comme arraisonnement de la Nature

L'analyse de la technique à partir de la notion de dispositif est principalement redevable à Heidegger¹⁰. Heidegger la mobilise en effet dès l'introduction de sa réflexion sur la technique :

« La fabrication et l'utilisation d'outils, d'instruments et de machines font partie de ce qu'est la technique. En font partie ces choses mêmes qui sont fabriquées et utilisées, et aussi les besoins et les fins auxquels elles servent. L'ensemble de ces dispositifs est la technique. Elle est elle-même un dispositif, en latin un *instrumentum*. »
 » *La question de la technique*, (Heidegger, 1958, p. 10)

Mais le propos de Heidegger, concernant la technique, est de dépasser le point de vue habituel selon lequel la technique est un instrument mis au service de fins que la technique ne contribue pas à déterminer. Selon la *doxa* commune, la technique n'est alors qu'un simple moyen, entièrement soumis aux finalités que l'homme s'assigne ; c'est la conception instrumentale et anthropologique de la technique :

« La représentation courante de la technique, suivant laquelle elle est un moyen et une activité humaine, peut donc être appelée la conception instrumentale et la conception anthropologique de la technique. » p. 10 » *La question de la technique*, (Heidegger, 1958, p. 10)

Selon Heidegger, la technique n'est ni simplement instrumentale, ni seulement anthropologique. Elle entretient une relation originale à l'Être que l'on ne peut

¹⁰Les écrits de Martin Heidegger sur la technique sont incontournables dans toute réflexion sur ce sujet. Les textes les plus pertinents pour cette question sont *La question de la technique*, dont on trouvera une traduction dans [Heidegger, 1958], *Le concept de temps* [Haar, 1983], et *L'époque des conceptions du monde* dans [Heidegger, 1976]. Mais la toile de fond nécessaire pour aborder ces lectures reste *Être et Temps*, auquel nous empruntons différents concepts.

réduire à une simple instrumentation, ni que l'on peut adéquatement décrire comme une activité simplement humaine. La technique permet à l'homme d'avoir un rapport à l'Être lui permettant d'en dégager ou découvrir d'autres dimensions. D'une certaine manière, il faut renverser la conception anthropologique : ce n'est pas la technique qui est une création de l'homme, mais l'homme qui se découvre une relation à l'Être du fait de la technique.

Cette relation à l'Être que permet la technique se décline selon deux modalités. Selon la première, la technique est une production, qui produit devant un sujet un objet. C'est la technique classique, qui s'installe dans un rapport sujet / objet traditionnel et qui ne le modifie pas. La production est comprise comme un dévoilement, qui rend présent et visible ce qui était caché : la technique permet d'explorer l'être en se mettant à l'écoute de ce qu'il est, sans tenter de le vouloir autrement qu'il n'est. Selon la seconde modalité, celle de la technique moderne, la technique « provoque » le réel, le convoque pour produire ses effets. Elle le détourne de son être pour n'y voir qu'une énergie qu'il convient d'extraire et d'accumuler :

« Le dévoilement, cependant, qui régit la technique moderne ne se déploie pas en une production au sens de la *poiesis*. Le dévoilement qui régit la technique moderne est une pro-vocation par laquelle la nature est mise en demeure de livrer une énergie qui puisse comme telle être extraite et accumulée. » *La question de la technique*, (Heidegger, 1962, p. 20)

Alors qu'un moulin à vent se met à l'écoute de la nature du vent pour s'y conformer, sans vouloir l'accumuler, la technique moderne considère la nature comme un réservoir informe qu'il faut transformer pour accumuler l'énergie résultante. Autrement dit, pour Heidegger, la technique est un *arraisonnement* (*Gestell*) de la Nature qui est sommée de fournir un comportement requis. Selon cette analyse, la Nature est un fonds (*Bestand*), une ressource dans laquelle on peut puiser sans limite pour construire les étants planifiés. On fait donc violence à la nature pour la forcer à se comporter en fonction de nos désirs. La modélisation mathématique de la nature permet, par son exactitude, de plier la Nature à notre volonté. Heidegger donne l'exemple de la centrale hydroélectrique sur le Rhin : la centrale somme le fleuve de livrer sa pression hydraulique, qui somme à son tour les turbines de tourner. Le Rhin n'est plus alors qu'« objet pour lequel on passe commande, l'objet d'une visite organisée par une agence de voyages, laquelle a constitué là-bas une industrie de vacances »¹¹. La technique procède d'une attitude particulière vis-à-vis de l'Être, dénommée par la notion de *métaphysique de la présence*. L'Être est délaissé

¹¹ « La centrale électrique est mise en place dans le Rhin. Elle le somme de livrer sa pression hydraulique, qui somme à son tour les turbines de tourner. Ce mouvement fait tourner la machine dont le mécanisme produit le courant électrique, pour lequel la centrale régionale et son réseau sont commis aux fins de transmission. Dans le domaine de ces conséquences s'enchaînant l'une l'autre à partir de la mise en place de l'énergie électrique, le fleuve du Rhin apparaît, lui aussi, comme quelque chose de commis. La centrale n'est pas construite dans le courant du Rhin comme le vieux pont de bois qui depuis des siècles unit une rive à l'autre. C'est bien plutôt le fleuve qui est muré dans la centrale. Ce qu'il est aujourd'hui comme fleuve, à savoir fournisseur de pression hydraulique, il l'est de par l'essence de la centrale. Afin de voir et de mesurer, ne fût-ce que de loin, l'élément monstrueux qui domine ici, arrêtons-nous un instant sur l'opposition qui apparaît entre les deux intitulés : « le Rhin », muré dans l'usine d'énergie, et « le Rhin », titre de cette œuvre d'art qu'est un

au profit de l'étant : une présence stable, disponible, maîtrisable. Alors que l'Être est l'arrière plan dont provient l'étant, l'arrière plan qui disparaît dès que l'étant paraît. La forme perçue annule le fond ou arrière plan, alors que seul l'arrière plan permet à la forme perçue d'être vue : « l'Être se retire en ce qu'il décloit l'étant ». Deux conséquences découlent de l'arrondissement de la nature :

l'autonomie de la technique : l'arrondissement de la nature ne provient pas d'une attitude particulière de l'homme (du *Dasein* plutôt), si bien qu'il pourrait librement, volontairement changer d'attitude ; la technique comme arrondissement est une dimension de l'Être qui s'impose à l'homme : il n'y a pas de domination humaine de la technique ; même si on peut maîtriser les machines, l'essence de la technique ne ressortit pas à notre volonté, elle n'est rien d'humain : « L'homme n'a pas la technique en main, il en est le jouet » [Heidegger, 1976, P. 305]. Elle n'est que l'aboutissement, la forme achevée de l'attitude métaphysique, rivée sur l'étantité ; à ce titre elle est une possibilité de l'Être, non de l'étant particulier qu'est le *Dasein*. Elle s'impose à lui plus qu'il ne s'impose à elle.

L'étant comme ressource : l'étant n'est plus un objet ou un sujet ; l'opposition sujet / objet s'efface pour donner un statut de ressource exploitable à tout étant, qu'il soit sujet comme le *Dasein* ou objet comme les étants que le *Dasein* considère¹². Ressource pour la production et la consommation, l'étant n'est plus fin mais seulement un moyen pour la production : la technique « nie toute fin en soi et ne tolère aucune fin si ce n'est comme moyen » [Heidegger, 1958, p.103]. L'homme en particulier devient une ressource, un moyen et n'est plus une fin : étant particulier pour lequel il en va de son être, le *Dasein* n'est plus qu'une ressource remplaçable comme une autre : « Être, c'est être remplaçable » [Heidegger, 1976, P. 304].

La technique selon Heidegger possède une dimension ontologique, au détriment de toute dimension anthropologique : la technique n'est pas humaine, elle est autonome et elle échappe donc à sa volonté. Bien plus, la technique installe en quelque sorte une fuite en avant dans laquelle l'homme est emporté : la technique comme moyen de réaliser des fins devient un moyen de construire de nouveaux outils et moyens, dans une fuite en avant où aucune fin ultime apparaît. Les principes que

hymne d'Hölderlin. Mais le Rhin, répondra-t-on, demeure de toute façon le fleuve du paysage. Soit, mais comment le demeure-t-il ? Pas autrement que comme un objet pour lequel on passe commande, l'objet d'une visite organisée par une agence de voyages, laquelle a constitué là-bas une industrie de vacances. » [Heidegger, 1958, p. 22].

¹² « Or, plus la technique moderne se déploie, plus l'objectivité (*Gegenständlichkeit*) se transforme en *Beständlichkeit*, (se tenir à disposition). Aujourd'hui déjà, il n'y a plus d'*objets*, plus de *Gegenstände* (l'étant en tant qu'il se tient debout face à un sujet qui le prend en vue) – il n'y a plus que des *Bestände* (l'étant qui se tient prêt à être consommé) ; en français, on pourrait peut-être dire : il n'y a même plus de *substances*, mais seulement des *subsistances*, au sens de « réserves ». D'où les politiques de l'énergie et d'aménagement du territoire, qui n'ont effectivement plus affaire à des objets, mais, à l'intérieur d'une planification générale, mettent en ordre systématiquement l'espace en vue de l'exploitation future. Tout (l'étant en sa totalité) prend place d'emblée dans l'horizon de l'utilité, du commandement, ou mieux encore du *commandement* de dont il faut s'emparer. La forêt cesse d'être un objet (ce qu'elle était pour l'homme scientifique du xviii^e-xix^e siècle), et devient, pour l'homme enfin démasqué comme technicien, c'est-à-dire l'homme qui vise l'étant *a priori* dans l'horizon de l'utilisation, « espace vert ». Plus rien ne peut apparaître dans la neutralité objective d'un face à face. Il n'y a plus rien que des *Bestände*, des stocks, des réserves, des fonds. » [Heidegger, 1976, p. 303]

la métaphysique a dégagés vont se trouver réalisés par la technique qui les pousse à la limite. Ces principes, selon Heidegger, sont la volonté et la représentation. La volonté, c'est toujours la volonté de quelque chose, posée comme une fin. Si la technique est volonté, et qu'il n'y a plus de fin assignable, c'est que la volonté se veut elle-même : c'est donc la volonté de la volonté. Ce redoublement indique tout simplement que la volonté ne s'épuise jamais, et que toutes les fins qu'elle peut momentanément s'assigner ne sont que des moyens pour reconduire la volonté. La technique est donc un processus sans fin (au sens de terminaison) et dont la seule finalité est elle-même (volonté de la volonté). Par ailleurs, la représentation devient arraisonnement : se représenter quelque chose, c'est la considérer comme ressource, c'est le sommer à produire.

L'analyse heideggerienne de l'évolution de la technique de la « production » à la « pro-vocation » peut se comprendre, d'après nous, selon deux perspectives. Selon la première, la technique moderne s'appuie désormais sur la mathématisation et la modélisation de la nature, c'est-à-dire une représentation idéalisée de la nature, et non sur la nature elle-même. Alors que la technique empirique a affaire avec l'objet naturel lui-même, dans sa concrétude, la technique moderne n'aborde l'objet que comme objet mathématique, décalque idéalisé. La technique moderne est donc incapable de considérer l'objet pour lui-même, en tant qu'il dévoile l'être, mais seulement en tant qu'il est conforme au modèle qu'on en a tiré : l'objet devient figure géométrique chez Descartes, un divers spatio-temporel chez Kant¹³.

Selon une deuxième perspective, les dispositifs font système entre eux, deviennent des ressources pour les uns et pour les autres. Dans ce cadre, la nature n'est plus accessible en elle-même, mais toujours à travers un dispositif qui en fait une ressource, une énergie destinée à un autre dispositif. La technique a alors pour fonction de transformer la nature de manière à la rendre conforme à ce qui est nécessaire pour que les dispositifs fonctionnent. La nature n'est donc plus ce que l'on rencontre pour produire, mais consiste plutôt en ce qui est nécessaire pour rendre les modèles techniques effectifs. On passe d'une nature comme donnée à une nature comme ressource ou condition nécessaire.

Ainsi, la nature n'apparaît-elle pour la technique moderne seulement comme une condition nécessaire à l'effectivité des modèles. Jamais abordée pour elle-même mais à travers des modèles formalisés, la nature est une ressource pour l'effectivité de nos projets. Ainsi, la technique ne dévoile-t-elle rien de l'être, mais l'arraisonne

¹³Pour voir la différence entre la technique classique et la technique moderne, on nous pardonnera de prendre un exemple trivial tiré de notre expérience personnelle : le montage de meubles IKEA. Dans le bricolage habituel, on doit aborder les outils et les pièces dans leur concrétude directe pour négocier avec elles comment les assembler. C'est le problème par exemple de changer le boulon d'un vieux jouet, il faut trouver une vis et un écrou dans ses réserves, éventuellement refaire le filetage, etc. Dans le montage d'un meuble IKEA, on dispose d'une notice, de pièces préparées à l'avance : jamais on n'a besoin de considérer les objets en eux-mêmes, mais uniquement en fonction des relations fonctionnelles qu'ils entretiennent entre eux ; les chevilles rentrent dans les trous prévus ; les boulons, vis et écrous s'assemblent selon des encoches, trous prévus à l'avance. Il n'est pas utile d'improviser et de s'adapter à la nature du bois, de la fonction du meuble, etc. Ce travail est déjà fait, le bois a été arraisonné pour le montage qui devient un acte simple, prévu selon un modèle (la notice) idéalisant le processus.

à un projet dont la finalité échappe.

On déduit par conséquent que tout dispositif technique est par essence un arraisonnement de ses éléments pour les considérer non pour ce qu'ils sont mais comme le phénomène naturel qu'étudient les sciences de la nature dans leur systématisme. L'arraisonnement de la Nature que dénonce Heidegger se traduit par la naturalisation des phénomènes que nécessairement tout dispositif technique réalise. La technique est donc essentiellement altération et violation de la nature. Ce serait la condamner si l'analyse en restait là. Mais on verra qu'il faut reconduire la naturalisation de la technique en une sémiotisation de son usage, dans laquelle, si la technique a bien une autonomie dans la systématisme des dispositifs, elle n'en conserve pas moins sa dimension anthropologique dans la mesure où elle façonne et se façonne dans le faire humain.

Mais si elle est compréhensible, cette conception de la technique reste l'enjeu d'après débats. Ainsi Dominique Bourg critique-t-il la thèse de l'autonomie de la technique et plaide une conception anthropologique de cette dernière. Cependant, si discutable soit-elle, l'analyse heideggerienne de la technique fournit des concepts utiles et nécessaires pour penser la technique. Mais on ne peut s'empêcher de constater que la lecture heideggerienne, si elle thématise des dimensions essentielles de la technique, néglige la dimension *culturelle* de la technique : celle-ci est conçue d'une part comme l'application de modèle scientifique qui arraisonne le monde comme paramètres du dispositif du laboratoire, et d'autre part comme exploitation de la nature comme fonds. D'une certaine manière, la technique selon Heidegger est donc la recherche confinée dont le confinement est étendu au monde réel : les faits et les objets sont réduits à des paramètres et soumis aux lois qui les régissent, indépendamment de leur nature propre, de leur histoire et de leur signification. La technique fait violence car elle se fait scientifique et se considère comme une application des dispositifs expérimentaux de la science.

1.3 La technique comme arraisonnement du devenir

Alors que pour Heidegger, la technique doit être comprise comme un arraisonnement de la nature, la technique est selon nous un *arraisonnement* du devenir. Ce n'est pas tant la Nature que nous forçons à produire que le futur que nous contraignons à être conforme à notre volonté et à nos besoins.

L'arraisonnement du devenir en à-venir se fait par le calcul. Déjà Heidegger avait remarqué que le calcul est la modalité sous laquelle la Nature est arraisonnée : c'est la mesure et l'expression quantitative qui permet d'appréhender les objets comme des ressources : dans l'arraisonnement, « l'étant est *posé* comme fondamentalement et exclusivement *disponible* – disponible pour la consommation dans le calcul global » [Heidegger, 1976, P. 304]. Le calcul, c'est ce qui permet d'obtenir le résultat à-venir de manière certaine à partir du présent : le calcul, par sa caractérisation algorithmique, produit le résultat de manière nécessaire. La technique serait donc l'instance qui, par le calcul, rend le possible nécessaire : en analysant

les conditions du réel, en appuyant son calcul de l'à-venir sur les lois du nécessaire, ce qui est désiré devient le résultat certain d'un processus.

Il y a une forte proximité entre la notion de dispositif et celle de calcul. En effet, nous avons montré dans [Bachimont, 1996] comment l'algorithmique pouvait être considérée comme une *géométrie temporelle* : science des rapports entre positions ou points disposés dans le temps. Autrement dit, l'algorithmique aborde le temps comme un espace particulier, sans aucune matérialité particulière, et elle détermine comment une étape peut être obtenue à partir des précédentes. Or, nous avons défini un dispositif comme une configuration spatiale permettant de reproduire un déroulement temporel. Cela implique que par essence, un dispositif est un calcul, la détermination géométrique de positions temporelles.

L'histoire des techniques confirme cette assimilation entre dispositif et calcul : les systèmes techniques se modélisent désormais non seulement comme des transformations de matière et d'énergie, mais aussi surtout comme des systèmes de traitement de l'information. Toute technique est par essence un dispositif, c'est-à-dire un calcul. C'est pourquoi il ne faut pas s'étonner que les technologies de l'information s'introduisent dans tous les types de systèmes techniques : dégager la reproductibilité d'un procédé, c'est déterminer le traitement d'information associé.

2 Science, technique et nature

La technique, comme dispositif, repose sur la reproductibilité. Or, qu'est ce qui peut garantir la reproductibilité ? Qu'est-ce qui peut assurer que « ça va marcher ! » ? La technique ne réside pas tant dans le dispositif que dans le savoir que ce dispositif est capable de produire le résultat attendu. Par conséquent, la technique est à la fois un dispositif matériel et la représentation du fonctionnement de ce dispositif. On dispose d'une technique quand on a objectivé et explicité une nécessité sur laquelle on appuie le procédé technique. Cette objectivation ou explicitation repose sur une représentation : on *sait* ce qu'il faut reproduire. Ce savoir peut être de plusieurs natures :

- un savoir empirique, qui retrace la méthode permettant d'obtenir les résultats visés ; on sait ce qu'il faut faire sans forcément savoir pourquoi il faut le faire ; rarement automatisable ou mécanisable, ce savoir empirique a pour cadre privilégié l'artisanat et la méthode ;
- un savoir scientifique, qui explicite les raisons et les lois pour lesquelles le dispositif produit le résultat attendu dans les circonstances données de son fonctionnement. Ces lois prennent la forme de lois de la nature, lois exactes et prédictives, garantissant de manière démonstrative la reproductibilité des procédés utilisés au fondement des dispositifs.

Le savoir scientifique est souvent considéré comme étant supérieur en ce qu'il permet de passer de la méthode (artisanale) au dispositif (industriel) ; il permet d'optimiser le fonctionnement du dispositif, et d'analyser les dysfonctionnements et problèmes rencontrés. Le savoir empirique laisse place au tâtonnement lors de

problèmes, le savoir scientifique à la recherche. La technique est donc inséparable de la science de la nature qui lui fournit l'essentiel de son savoir pour l'élaboration des dispositifs. Cependant, les rapports entre science et technique ne sont pas simples, et plusieurs attitudes sont possibles. En particulier, l'histoire de la pensée de la technique montre trois grandes étapes. En effet, en s'appuyant sur la stratification proposée par Dominique Bourg [Bourg, 1996, Bourg, 1999], on peut dégager trois âges de la technique dans son rapport à la nature et à la science :

- une première étape, correspondant aux périodes antiques et médiévales, dominée par la philosophie aristotélicienne, où s'affirme l'idée d'une *supériorité de la nature sur la technique* ;
- une seconde étape, correspondant à la période moderne, inaugurée principalement par Galilée et Descartes, où s'affirme l'idée d'une *supériorité de la technique sur la nature* ;
- une troisième et dernière étape, correspondant à la période contemporaine, où émerge l'idée d'une *osmose entre la technique et la nature*.

Ce parcours historique nous paraît important à plus d'un titre. La technique aristotélicienne correspond au fait que l'homme peut intervenir dans le cours des choses dans la mesure où celui-ci laisse de l'indétermination et de la contingence. Si le monde était entièrement soumis à la détermination scientifique et à la nécessité, il n'y aurait pas de place pour l'action technique, qui oriente ou détourne les choses de leur cours naturel. Or, la science et la technique contemporaines, par leur complexité, s'avèrent incomplètes et suscitent des situations dont la décision est indécidable par des moyens techniques et scientifiques. On retrouve la contingence aristotélicienne, où la complexité techno-scientifique rend nécessaire une sagacité technologique usant du mieux qu'elle peut, au mieux des intérêts des uns des autres, des possibilités ouvertes par la techno-science.

Mais, la science des modernes est également pertinente pour notre propos, car elle correspond peu ou prou à l'épistémologie implicite des praticiens de la techno-science contemporaine. En effet, sa posture est à la base des manuels ayant formé des générations de scientifiques, reprenant l'idéologie des lumières, revue par le rationalisme de la révolution française, mâtinée des succès de la techno-science industrielle du XIX^e siècle. La science des modernes est donc le modèle suivi actuellement pour penser la technique comme une simple application de la science : elle interdit de penser d'une part la techno-science et la part proprement innovante de la technologie au delà de la recherche dite scientifique, mais surtout elle occulte l'apport de ce que nous allons appeler la techno-culture, c'est-à-dire l'apport des sciences de la culture à la technologie.

2.1 Science et technique aristotéliciennes

Chez Aristote, la science et la technique sont des domaines disjoints qui d'une certaine manière s'excluent. En effet, la science aristotélicienne recherche les principes et les causes premières des choses : elle explique pourquoi les choses sont ainsi et pourquoi elles ne peuvent être autrement. Bref, la science porte sur le

nécessaire. La technique, quant à elle, porte sur les choses qui pourraient être autrement qu'elles ne le sont : la technique porte sur le contingent. Ces deux domaines, le nécessaire et le contingent s'excluent ontologiquement et épistémologiquement.

2.1.1 Distinction épistémologique entre science et technique

Dans l'*Ethique à Nicomaque*, au livre VI, Aristote détaille les vertus intellectuelles pour distinguer cinq formes d'activités cognitives :

« Admettons qu'il y a cinq formes d'activité, par lesquelles l'âme exprime la vérité, soit par affirmation, soit par négation. Ce sont : l'art, la science, la prudence, la sagesse, l'intelligence, car il nous arrive de nous tromper, en suivant nos conjectures ou l'opinion. » *Ethique à Nicomaque*, (Aristote, 1965) livre VI, chap. III.

Chacune de ces facultés a son objet propre :

- la science connaît le nécessaire et ce qui n'est pas soumis au devenir ou au changement ; elle porte également sur ce qui possède en soi ses principes du changement : ce qui évolue par une nécessité propre (les êtres vivants) et non selon une volonté extérieure (les objets techniques artisanaux par exemple).
- l'art (la technique) porte sur les objets qui n'ont pas en eux-mêmes leurs principes de changement, c'est-à-dire dont le principe de changement est l'esprit de l'opérateur ;
- la prudence ou sagacité (*phronésis*) porte sur la délibération des actions à entreprendre, c'est-à-dire sur ce qui est bien ou mal pour l'homme ;
- la sagesse porte sur la vertu et la délibération sur ce qui est bon ou mal dans l'absolu ;
- l'intelligence porte sur l'intellection des principes premiers.

Pour organiser ces différentes facultés, on peut à l'instar de Pierre Aubenque [Aubenque, 1963] appliquer la méthode de division platonicienne à l'activité humaine. L'activité humaine se divise en effet entre *faire* et *savoir* ; le savoir porte sur les choses qui ont leurs causes en elles-mêmes, le faire sur les choses qui ont leur cause en nous. Le faire se divise en *poiesis*, la technique qui crée des objets, et en *praxis*, la pratique domaine de la morale. La *praxis* peut encore se diviser selon qu'on agit selon l'intention ou selon une règle. Dans le premier cas, c'est le domaine de la vertu, dans le second, le domaine de la sagesse ou de la prudence (*phronésis*). La sagesse se distingue de la prudence dans la mesure où elle étudie les règles permettant d'adopter des actions bonnes dans l'absolu, alors que la prudence se concentre sur les règles portant sur les règles bonnes pour l'homme. La prudence est donc la faculté de savoir ce qu'il faut décider dans le monde concret humain. C'est la vertu la plus humaine et la plus pertinente pour les choix de la cité.

L'action (la *praxis*) et la production (la *poiesis* ou « technique », en encore « art ») se distinguent de la connaissance dont la figure ultime est la connaissance méditative et contemplative. Action et production correspondent à l'engagement de l'intelligence dans une opération pouvant modifier le monde. Action et production

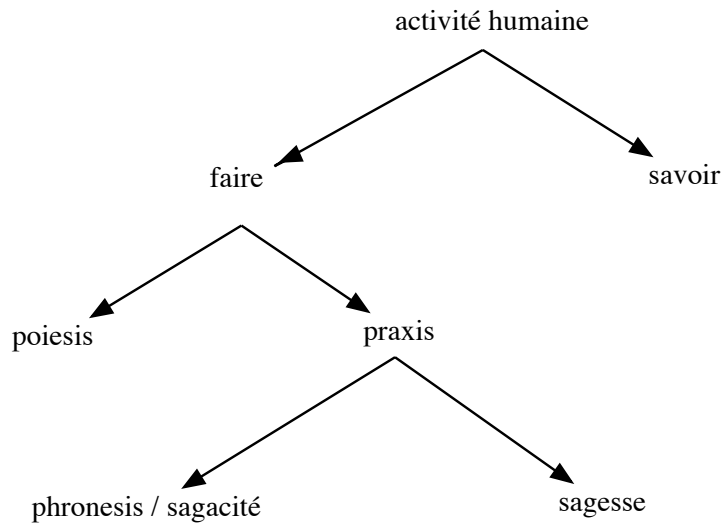


FIGURE 2.2 – La division aristotélicienne des activités humaines

ne sont pas indépendantes l'une de l'autre : la production doit subordonner son opération aux fins dégagées par l'action. La technique a pour finalité les objets qu'elle produit, tandis que la sagesse et la sagacité ont pour critère non un objet produit mais l'acte lui-même. La technique, *poiesis*, porte sur ce qui peut être autrement, ou qui peut ne pas être :

« Pour ce qui est des choses susceptibles d'être autrement, il en est qui relèvent de la création, d'autres de l'action, création et action étant distinctes. (...) Puisque l'architecture est un art ; que cet art se définit par une disposition, accompagnée de raison, tournée vers la création ; puisque tout art est une disposition accompagnée de raison et tournée vers la création, et que toute disposition de cette sorte est un art ; l'art et la disposition accompagnée de la raison conforme à la vérité se confondent. D'autre part, tout art a pour caractère de faire naître une œuvre et recherche les moyens techniques et théoriques de créer une chose appartenant à la catégorie des possibles et dont le principe réside dans la personne qui exécute et non dans l'œuvre exécutée. Car l'art ne concerne pas ce qui est ou se produit nécessairement, non plus que ce qui existe par un effet de la seule nature – toutes choses ayant par elles-mêmes leur principe. » *Ethique à Nicomaque*, (Aristote, 1965) livre VI, chap. IV.

La technique possède ainsi les caractéristiques suivantes :

- Elle s'occupe des choses qui auraient pu et peuvent être autrement ; c'est-à-dire, la technique porte sur le contingent (ce qui aurait pu être autrement) et sur le mouvement (ce qui peut être autrement, car peut changer, puisque le mouvement est une espèce du changement). Mais cette distinction n'est pas une opposition ; car s'il y a changement, c'est qu'il y a une matière qui peut accueillir plusieurs états, un état correspondant à une privation de forme, un autre correspondant à une forme reçue ; or, un être pleinement en acte, ne peut recevoir de nouvelles formes, car, étant pleinement en acte, il n'a pas à

devenir autrement qu'il n'est, car il est totalement ce qu'il est, sans manque ou privation. Par conséquent, s'il y a changement ou mouvement, c'est qu'il demeure une privation, un inachèvement, bref, un principe *matériel* qui peut recevoir une nouvelle forme car il n'est rien en particulier. La matière reste principe de contingence, si bien que le changement est toujours la marque de la contingence. Si on change, c'est que l'on est pas nécessairement ce que l'on est, et donc que nous pouvons dès lors devenir autre chose.

- La technique porte sur les choses qui n'ont pas pour principe elles-mêmes mais l'être qui les a produites; en effet, ces choses, étant contingentes, ne peuvent trouver en elles-mêmes le principe de ce qu'elles sont. C'est donc que leur explication vient d'ailleurs.
- Puisque les objets produits de la technique ont leur principe dans leur producteur, la technique est subordonnée aux fins que poursuit le producteur. La technique n'est pas autonome : elle est pleinement une activité humaine. On retrouve ainsi cette position qu'Heidegger dénonçait comme la « conception anthropologique » de la technique. La technique est donc soumise à la sagacité.

La sagacité est cette vertu intellectuelle qui permet de décider des actions humaines : non pas ce qui est le bien dans l'absolu, car l'on reconduit les choses à leur fin ultime dans l'ordre de la connaissance, mais le bien pour l'homme, dans la finitude et la contingence de sa vie terrestre, sublunaire plus précisément. En effet, l'originalité et sans doute la modernité d'Aristote est de ne pas subordonner la décision des choses terrestres à un ordre transcendant, supralunaire ou divin. Car la connaissance des choses et de leur principe, les renvoyant à la fin ultime rendant compte de ce qu'elles sont et de pourquoi elles sont ainsi et ne sont pas autrement, ne permet pas de décider dans l'ordre des actions, où il faut décider de ce qui est bon pour l'homme et non vrai dans l'absolu. Car, du fait de la contingence, on ne peut trouver la nécessité inhérente aux choses permettant de statuer sur leur devenir et sur la décision qu'il faut prendre à leur égard. Donc, il faut distinguer, et opposer, la sagesse qui, en cherchant le bien dans l'absolu, raisonne sur la nécessité des choses, et la sagacité (ou prudence selon la traduction que l'on donne à la *phronésis* aristotélicienne, le terme de « prudence » venant de la traduction latine de *phronésis* par *prudentialia*) qui délibère ce qui est paraît le plus souhaitable dans l'ordre contingent des choses terrestres et humaines. Comme le souligne Pierre Aubenque, la sagacité aristotélicienne remplit l'espace vide laissé par un Dieu transcendant mais absent, gouvernant l'ordre nécessaire des choses supralunaires, mais laissant la contingence sublunaire et humaine ouverte au changement et au choix. La sagesse et la science qu'elle sous-tend ne nous aide en rien pour nous orienter ici-bas. L'ordre humain n'est pas un ordre divin dégradé, n'en est pas une copie où pour se décider il suffirait de se reporter à l'original supra-terrestre ; il constitue un contexte qu'aucune transcendance ne vient organiser et ordonner, et les principes pour s'y orienter y sont *immanents*. La sagacité, vertu pour l'orientation dans les choses d'ici-bas, ne repose pas sur la connaissance, mais sur l'argumentation ; la sagacité délibère et raisonne sur ce qui peut être et recourt pour cela au *calcul* :

« La preuve en est que nous appelons prudents (sagaces) en quelque domaine ceux qui, par leurs calculs exacts, atteignent une fin honorable dans les questions

où l'art n'intervient pas, de sorte que l'homme bien doué de réflexion serait la prudence même. D'ailleurs, nul ne délibère sur ce qui a un caractère de nécessité et qui se trouve hors de sa portée. Aussi, puisque la science s'accompagne de démonstration et qu'il n'y a pas de démonstration de ce dont les principes ne sont pas nécessaires – car tout ici est susceptible de changement ; puisque, enfin, il n'est pas possible de délibérer sur ce qui possède un caractère de nécessité, il en résulte que la prudence (sagacité) ne saurait relever ni de la science, ni de l'art.
 » (Aristote, 1965) Livre VI, chap V.

Le calcul est le mode selon lequel la rationalité tente de réduire la contingence et le hasard. On retrouve ainsi notre définition de la technique à travers la notion de dispositif : le calcul permet de réduire l'indétermination de l'avenir puisqu'aucune nécessité ne permet d'en décider. Le calcul relève donc de la sagacité et non de la science, aussi curieux que cela puisse paraître.

2.1.2 Distinction ontologique entre science et technique

Entre la technique et la sagacité qui délibèrent et calculent, et la science qui dégage le savoir et la connaissance, l'opposition n'est pas seulement épistémologique (selon laquelle ce serait deux modes différents de connaissance, mais portant éventuellement sur la même chose), mais également ontologique (selon laquelle la coupure épistémologique provient d'une distinction ou opposition dans l'Être). En effet, la distinction entre la science portant sur le nécessaire et la technique portant sur le contingent oppose radicalement ces deux facultés. Puisque la technique porte sur des objets dont la cause est en nous et non en eux, il appert que la technique n'intervient que là où la nature a laissé suffisamment d'indétermination et d'inachèvement pour que la technique intervienne.

L'homme ne peut déployer une technique que là où la science s'arrête : c'est l'échec de la science qui fait la technique et son succès, comme à l'époque moderne et contemporaine. La technique se concentre dans la région sublunaire, où la matière introduit l'indétermination et la contingence. La contingence est ontologique, et ne qualifie pas notre ignorance (qui prend alors le mot de hasard). La technique achève et réalise dans un sens ou dans un autre ce qui est ontologiquement indéterminé du fait de la matière. La technique achève la nature, non en faisant une surnature, mais en apportant une détermination (toujours elle-même incomplète d'ailleurs) à l'indétermination contingente de la nature. Mais, puisque la matière, principe de la contingence, est inéliminable, la technique n'aura jamais de fin car la détermination de la nature sera toujours inachevée. Comme l'exprime fort clairement Aubenque :

« Mais, pour un Grec, la science est une explication totale et ne peut donc se développer qu'en supprimant la contingence. L'art meurt donc de trop de science et, inversement, il n'a de place et de sens que dans la mesure où la science n'explique ni ne *peut* expliquer toutes choses. Ainsi l'art ne progresse-t-il pas dans le même sens que l'explication scientifique : il disparaîtrait plutôt à mesure que celle-ci progresse. Mais Aristote est assuré qu'elle ne progressera pas toujours, qu'elle se

heurtera à d'irréductibles obstacles, qui se résument dans l'indétermination de la matière, autre nom de la contingence, et ainsi l'art n'aura point de fin. L'art n'est pas, comme il le sera pour Bacon, l'homme ajouté à la nature, mais l'homme s'insinuant dans les lacunes de la nature, non pas même pour l'humaniser, mais pour l'achever vers elle-même, la naturaliser. Or la nature de monde sublunaire sera toujours séparée d'elle-même et ses lacunes ne seront jamais entièrement abolies. La philosophie aristotélicienne de la contingence explique que l'art n'ait pas son sort lié aux progrès de la science, mais aux échecs de la science, et qu'il ne prospère que dans une atmosphère de hasard. » (Aubenque, 1963, p. 69)

La technique n'a donc pas pour rôle d'humaniser la nature en la soumettant aux fins humaines, exploitant sa nécessité pour la détourner en faveur de l'homme. La technique naît de l'inachèvement de la nature du fait de la matière, qui y introduit contingence et indétermination : elle tend à achever la nature, à la parfaire en tant que nature, c'est-à-dire à la naturaliser et non à l'humaniser. Mais cette naturalisation est par principe inachevable, car la matière est inéliminable, ainsi que la contingence dont elle est la source. C'est la raison pour laquelle les produits de l'art, inachevés, ne peuvent cependant égaler les produits de la nature. Même si les productions de la nature sont parfois traitées sur le modèle de l'art, les produits de l'art ne sont guère que des sous-produits de la nature. Ils ne peuvent devenir des objets ayant leur propre nécessité et possédant en eux-mêmes leur principe de changement. La seule nécessité que les produits de l'art peuvent receler est la nécessité déjà attachée, avant le faire technique, aux composants que la technique mobilise.

« De plus, un homme naît d'un homme, mais pas un lit d'un lit ; c'est pourquoi aussi on dit que ce n'est pas la configuration qui en est la nature mais le bois (parce que ce qui viendrait à l'être, si ça bourgeonnait, ce n'est pas un lit mais du bois) : si, donc, ceci est un artefact, la figure aussi est nature : du moins un homme naît-il d'un homme. » Physique, II, 1, 193,b10.

L'idée avancée ici par Aristote est que le lit est un artefact, et ne se reproduit donc pas. Sa forme n'est pas une nature ; en revanche, pour les objets naturels, où un X se reproduit en un X, la figure ou forme est une nature. Autrement dit, le lit ne naît pas du lit, comme l'homme de l'homme : si on plante un lit, il bourgeonnera et donnera un arbre car seule la substance bois possède à titre essentiel un principe et une cause de mouvement. Voués à une existence précaire, incapables de s'auto-reproduire, les produits de l'art ne sont guère que des sous-produits de la nature.

Il résulte que selon la philosophie aristotélicienne la technique est indépendante de la science et que son efficacité ne reposera pas sur la nécessité explicitée et objectivée par la science. La science ne peut être une science du contingent, sous peine de le réduire et de le faire disparaître : la science n'étudiant par définition que le nécessaire, une science du contingent devrait porter sur ce qu'il y a de nécessaire dans le contingent : soit c'est une science impossible, soit le contingent n'existe pas ; si en effet la science du contingent est possible, cela signifie que le contingent contient du nécessaire : il n'est pas contingent, et il n'existe donc pas. Par conséquent, rien n'est plus étranger à la conception aristotélicienne de la

technique que la notion de techno-science, c'est-à-dire une technique s'appuyant sur des principes scientifiques, et réciproquement une science s'appuyant sur des dispositifs techniques.

2.2 Science et technique chez les modernes

La perspective est inverse dans la conception moderne de la technique et de la science. Dominique Bourg, auquel nous empruntons ces considérations, analyse la posture moderne comme résultant d'un double héritage :

- la conception judéo-chrétienne introduit la notion d'un Dieu créateur transcendant à sa propre création ; l'activité de création n'est donc pas immanente à la nature ; par ailleurs l'homme est créé à l'image de Dieu ; à son instar, il transcende la nature ;
- la conception platonicienne héritée du Timée pose un créateur géomètre et mathématicien qui crée la nature d'après un modèle idéal.

Créé à l'image de Dieu, l'homme partage sa compréhension mathématique de la nature. En outre, sa création technique, reposant sur cette compréhension mathématique, reflète la création divine. Elle n'est pas ontologiquement inférieure à la nature, elle est simplement limitée et, en pratique, inférieure à la nature, du fait de la finitude humaine d'une part et de la perfection divine d'autre part. En particulier la différence vient plus de la qualité des artisans, l'homme ou Dieu, que d'une différence de nature entre leur produit.

« Je ne reconnais aucune différence entre les machines que font les artisans et les divers corps que la nature seule compose, sinon que les effets des machines ne dépendent que de l'agencement de certains tuyaux, ressorts, ou autres instruments, qui, devant avoir quelque proportion avec les mains de ceux qui les font, sont toujours si grands que leurs figures et mouvements se peuvent voir, au lieu que les tuyaux ou ressorts qui causent les effets des corps naturels sont ordinairement trop petits pour être aperçus par nos sens. Et il est certain que toutes les règles des mécaniques appartiennent à la physique, en sorte que toutes les choses qui sont artificielles, sont avec cela naturelles. » *Principes de la Philosophie*, 1644. AT IX.

On constate même que selon la compréhension mathématique du moment, les scientifiques déplorent parfois le manque d'ordre et de raison dans l'univers. Ce n'est qu'avec la progression de nos compréhensions mathématiques que le désordre apparent, déploré un temps, devient intelligible et perfection mathématique plus tard. Mais, il n'est jamais loin de la conception moderne de la technique qu'il est possible de faire mieux que la nature, et qu'il faut donc la rectifier. Rectification évidente dans le cas de la médecine, et des catastrophes, etc., mais qui peut s'étendre à l'organisation générale des choses.

Dans ce cadre, l'ingénierie se comprend comme l'application à un problème concret de solutions trouvées à partir d'une démarche scientifique. Selon ce schéma classique, consacré au XIX^e siècle, l'ingénieur est celui qui peut résoudre les problèmes concrets du fait de sa maîtrise des connaissances scientifiques.

Au fondement de cette vision est le constat que pour passer du savoir-faire empirique de l'artisan au procédé industriel permettant de reproduire à l'identique et en grande série un résultat désiré, il faut recourir à des procédés exacts et précis que l'on peut externaliser dans des machines et un système technique. La mathématisation des sciences de la nature a donc permis de modéliser exactement les processus pour les reproduire techniquement et les externaliser en procédés techniques autonomes. C'est pourquoi la formation des ingénieurs repose pour une part sur la connaissance des sciences de la nature et pour une autre sur la maîtrise des procédés techniques qui en découlent.

2.3 Science et technique contemporaines

2.3.1 L'osmose entre technique et nature

Selon Dominique Bourg, la science et la technique contemporaine dépassent le schéma où l'une serait supérieure à l'autre pour atteindre une osmose entre les deux : la technique tend à se fondre dans la nature qui en retour s'artificialise. Pour le montrer, on peut considérer les objets de la technique et remarquer qu'on peut les regrouper en deux grandes classes :

- les objets techniques que nous fabriquons ;
- les objets naturels que nous modifions.

L'idée est que les objets techniques manufacturés évoluent pour se rapprocher des objets naturels, voire des objets vivants. A l'instar de Dominique Bourg, on peut mobiliser ici les analyses de Gilbert Simondon et le concept de *concrétisation*. Simondon [Simondon, 1989] montre en effet dans *Du mode d'existence des objets techniques* que les objets techniques, après être la transcription matérielle d'un plan intellectuel, où un élément de l'objet technique renvoie à une fonction dégagée dans le plan intellectuel, évoluent pour intégrer et fusionner les éléments, pour que les différentes fonctions soient désormais assumées par un seul élément. Ce processus d'intégration fonctionnelle est appelé *concrétisation* par Simondon : dès sa création, l'outil se démarque du plan intellectuel qui a permis sa conception, pour avoir une logique d'évolution où la matière intègre les différentes fonctions.

D'une certaine manière, on peut comprendre la concrétisation comme l'évolution de l'objet technique vers un état où il n'est plus la réalisation d'un plan ou d'une fin qui lui est transcendant, mais il trouve dans sa propre constitution sa finalité, à l'instar des êtres vivants et des organismes. Le vivant serait donc le concret parfait, là où la matière est indissociable de la fonction, ce qui se traduit notamment par le fait qu'il est quasi impossible d'étudier le mécanisme et la structure indépendamment de la fonction.

L'autre idée est que les objets naturels sont désormais modifiés par notre intervention technique, et leur fonctionnement naturel est détourné à notre profit. Les biotechnologies sont de bonnes illustrations de ce fait : les bactéries sont modifiées pour qu'elles synthétisent les protéines dont nous avons besoin. On pense à mobi-

liser les molécules pour réaliser des calculs (bio-informatiques), etc. Ainsi, au lieu de mobiliser les principes et lois de la nature pour construire des objets artificiels, nous mobilisons ces principes et lois pour nous introduire dans la nature et la modifier. Au delà des artefacts, la technique est désormais affaire d'*hybrides*.

La fusion entre nature et technique est rendue possible par le fait que, quel que soit l'objet naturel étudié, quelle que soit l'échelle de la matière que nous considérons, nous possédons les moyens techniques d'une intervention à ce niveau : la boîte à outils des enzymes pour travailler sur les molécules, le microscope électronique pour étudier l'atome, le microscope à effet tunnel pour étudier l'infra atomique, etc. Il n'y a donc plus, comme le soulignaient Descartes et Leibniz, de limites imposées à notre technique du fait de la petitesse des éléments naturels, qui échappent à nos capacités d'intervention. Notre manipulation (étymologiquement le fait de disposer avec la main) peut s'étendre au delà de ce que notre main peut faire : la frontière que voyait Descartes est franchie. Ainsi, alors que Descartes voyait dans la nature des artefacts divins, reposant sur les mêmes principes que notre technique et notre science, mais inaccessibles à notre technique, l'époque contemporaine voit toujours dans la nature des artefacts d'une science et technique à découvrir, mais qui deviennent désormais accessibles parce que nous possédons les moyens d'y aller voir et d'y intervenir¹⁴.

2.3.2 La Techno-Science

La science contemporaine n'est pas seulement la fusion entre la nature et la technique. Elle modifie profondément notre rapport au devenir et la construction de notre avenir. Contrairement à ce que pourrait laisser entendre notre conception de la technique comme arraisonnement du devenir, il ne faut pas comprendre la technique comme une attitude refusant la liberté du devenir au profit d'un à-venir pro-programmé, c'est-à-dire des événements dont la mise en présence est calculée à l'avance.

En effet, la construction technique altère et modifie la nature de ces événements futurs à venir. Autrement dit, la technique reconfigure notre rapport au possible et au nécessaire, si bien que la réalisation technique ne fait que remettre en cause ses

¹⁴Dans son ouvrage, Dominique Bourg y voit là un argument suffisamment probant pour récuser les analyses d'André Leroi-Gourhan dans *Le geste et la parole* [Leroi-Gourhan, 1964] : en effet, Leroi-Gourhan voit dans la technique l'extériorisation de la main et du cerveau. Le fait que notre technique transcende les manipulations par la main sont la preuve pour Dominique Bourg que « l'analyse du procès technique en termes d'extériorisation de la main, à la façon de Leroi-Gourhan, est devenue obsolète. » [Bourg, 1996, p. 25]. Cette conclusion nous paraît hâtive : l'essence de la technique est, comme nous l'avons dit, de manipuler. Par conséquent, la technique est bien une extériorisation de ce que la main nous permet de faire : se saisir d'une unité et s'en servir avec d'autres unités. La technique est une main autonomisée dans la mesure où elle s'affranchit des limites *naturelles* de notre main pour lui donner accès à des terrains inaccessibles jusque là. Mais il est frappant de voir, même dans les domaines les plus fins et les plus abstraits, combien il s'agit de manipulation et de choses que l'on fait à la main, via nos outils interposés. Autrement dit, une technique qui ne serait pas une main extériorisée serait inutilisable.

propres moyens de calcul et de prévision sur lesquels pourtant elle s'appuie pour effectuer ses constructions. La technique arraisonne le devenir pour le réduire en un à-venir, mais ce faisant, elle construit les conditions pour que de nouveaux devenirs soient possibles et lui échappent. Elle est donc forcée de surmonter ces nouvelles perspectives, leurs menaces et leurs promesses, en tentant de les arraisonner via de nouveaux dispositifs, qui eux-mêmes modifient le devenir, etc.

C'est bien la raison pour laquelle tout discours tant technophobe que technophile ne peut être fondé conceptuellement sur la nature de la technique : car la technique invente des solutions qui sont en fait des problèmes, et pose des problèmes qui sont en fait des solutions. Il est toujours possible de diaboliser la technique, ou de l'angéliser, car la technique est à la fois ce qui réconcilie l'homme avec son devenir et résout son angoisse devant la mort, mais également ce qui le sépare de son être car la technique transforme l'homme et la nature.

Comment la technique modifie-t-elle notre rapport au devenir ? Pour mieux caractériser le problème, revenons aux sciences aristotélicienne et moderne pour entrevoir ce qu'elles comprennent sous les modalités du nécessaire et du possible¹⁵. Le nécessaire, pour Aristote, c'est ce qui ne peut être autrement qu'il n'est : il possède en lui-même le principe de son devenir. Le contingent, c'est ce qui peut être autrement qu'il n'est. Mais, alors que pour Aristote, le possible ne peut être réalisé que là où la nécessité s'arrête (cf. *supra*), pour un moderne, le possible doit s'inscrire dans les différents enchaînements causaux tissés par les lois nécessaires. Là où pour l'antique, la nécessité et la possibilité s'opposent, pour un moderne, la nécessité délimite *a priori* la possibilité.

Ainsi, pour Kant, la technique n'est là que pour réaliser ce qui est légalement possible et compatible avec les lois de la nature. Les lois de la nature se construisent à partir de deux principes fondamentaux : les principes de la raison ou encore les concepts purs de l'entendement, et les principes de la sensibilité. On sait que la philosophie critique kantienne s'est construite autour de l'opposition entre *penser* et *connaître* : l'entendement nous donne des concepts, formes sous lesquelles nous pensons quelque chose, la sensibilité nous donne des sensations, contenu que nous pensons à l'aide de nos concepts. Le problème est de savoir comment à l'aide de nos concepts, nous pensons réellement quelque chose, une réalité effective, au lieu de nous laisser bercer par nos argumentations et enchaînements conceptuels et discursifs. Quand le concept est mobilisé sur un contenu donné dans l'expérience, non seulement nous pensons quelque chose, mais nous le connaissons : nous articulons notre pensée à une expérience effective dans le monde.

Or, l'union de la pensée et de la sensibilité se fait en quelque sorte une fois pour toutes, dans la notion de *nature formelle*, qui détermine la forme des lois et des principes de la nature telle que nous pouvons la connaître, étant donné notre mode de penser d'une part et notre type sensibilité d'autre part. Comme le dit Kant

¹⁵Pour cette section, notre réflexion s'inspire et se rapproche des remarques profondes et suggestives de Bernard Stiegler dans *La technique et le temps : Le temps du cinéma* [Stiegler, 2002], en particulier le dernier chapitre sur « Technoscience et reproduction ».

ça et là, la pensée, pour avoir un contenu effectif, doit être restreinte au domaine de l'expérience possible, telle qu'elle est donnée par notre sensibilité, sous peine de divaguer et de se payer de mots. Autrement dit, la technique ne peut avoir de réalité que dans le fait de réaliser ce qui est compatible avec la nature formelle et ce qui est prédéfini par elle. On retrouve d'une certaine manière un trait du Kantisme qui avait été dénoncé jadis par Etienne Gilson :

« L'idéalisme critique s'accorde donc un donné pour être sûr de ne pas penser à vide, mais il prend aussitôt les mesures nécessaires pour que ce donné ne réserve jamais aucune surprise à la pensée qui l'accueille. Depuis l'instant même où il le réfracte dans les formes *a priori* de la sensibilité, jusqu'au moment où il l'organise en science grâce aux catégories de l'entendement, l'esprit jouit sans réserve du privilège d'exploiter un donné qui soit un réel, et qui ne contienne pourtant absolument rien que ce qu'y met l'esprit. » (Gilson, 1981, p. 202)

Kant renonce à l'étonnement de l'Être pour éviter les divagations de l'esprit. Pourtant, il nous semble qu'il faut ici critiquer la perspective kantienne, ce qui nous permettra de montrer en quoi la technologie étend le domaine de l'expérience, innove dans le possible, allant au delà d'un nécessaire fixé *a priori*.

Le rapport entre le concept et la sensibilité est assuré par une notion assez énigmatique chez Kant, le schématisme. En effet, le problème n'est pas simple : la raison mobilise des concepts à travers lesquels elle pense, concepts par définition généraux et abstraits. La sensibilité procure des sensations, singulières et concrètes. Quel rapport peut-il exister entre un concept que l'on pense et un contenu que l'on perçoit, une sensation que l'on sent ? La logique parle de *subsumption* pour dire que la sensation, singulière, tombe dans le cadre général défini par le concept, ou bien encore, dans un registre plus moderne, qu'elle l'instancie. Mais nommer le problème n'est pas le résoudre : comment la subsumption est-elle possible ?

Kant a fort bien vu ce problème, qui est celui de la « présentation des concepts », c'est-à-dire de la présentation d'un objet correspondant à un concept. La présentation, de manière générale, est du ressort d'une instance intermédiaire en pensée et sensation, l'imagination. Comme la pensée, l'imagination est active et spontanée. Comme la sensation, elle délivre des sensations singulières et concrètes. L'imagination, faculté des images, est donc en mesure de fournir spontanément des images sensibles qui correspondent aux concepts pensés par l'entendement. Puisque les images sensibles suscitées par l'imagination sont *sensibles*, elles sont homogènes ou commensurables aux données de la perception. Ces images nous donnent par conséquent un moyen d'articuler conception et sensation. Notre expérience quotidienne nous en donne de nombreux exemples, par exemple quand on imagine les personnages (leur taille, leur figure, etc.) du roman que l'on lit : notre imagination nous figure de manière sensible les concepts donnés verbalement par un texte (même si la structure linguistique, euphonique, graphique du texte fournit des repères matériels et sensibles pour cette production imaginative).

Ce rôle de l'imagination, Kant le pense à travers la notion de schème, qui est du ressort de l'imagination. Le schème est associé à un concept et il a pour mission de

montrer à la sensation à quoi peut bien ressembler, pour une expérience sensible humaine, située dans un cadre d'espace et de temps, un objet correspondant au concept que l'on pense. Cependant, le schème ne sera pas de même nature selon le type de concept évoqué :

- le concept empirique sera présenté par un « exemple » ; on comprend bien pourquoi : un concept empirique a pour fonction de penser les données de l'expérience empirique concrète ; par conséquent, si le concept est empirique, c'est qu'il lui correspond un objet de l'expérience ; il suffit alors de le montrer, c'est-à-dire de donner un exemple ;
- le concept pur de la raison sera présenté par un « schème pur de l'entendement » ; Le concept pur, c'est le cadre dans lequel on pense la nature ; il possède donc un niveau de généralité et d'abstraction tel qu'on ne peut rencontrer directement d'objet empirique lui correspondant ; il faut donc une médiation, qui traduit dans la sensibilité ce qui est pensé dans le concept. Par exemple, le concept de causalité me permet de penser la nature : mais je ne rencontrerai jamais la causalité comme telle, dans la rue ou chez moi. En revanche, je vais rencontrer des événements qui auront une manière de se succéder telle que j'aurais envie de la qualifier par le concept de causalité. Cette manière de se succéder, c'est le schème de la causalité : la succession irréversible dans le temps. Le schème de la succession irréversible traduit dans le temps, qui est la forme sous laquelle je *sens* le monde, le concept de causalité qui la forme sous laquelle je *pense* le monde.
- l'idée théorique sera présentée par un « symbole » ; l'idée théorique est un concept limite de la raison pour lequel il n'existe aucune présentation empirique correspondante ; par exemple, c'est le concept de Dieu comme cause première du monde. Néanmoins, bien que l'idée ne soit pas « présentable », des objets de l'expérience font penser à ces idées théoriques : ils en sont les symboles.
- Enfin, l'idée de la raison pratique sera présentée par un « type » ; l'idée de la raison pratique est un concept moralement nécessaire : il ne permet pas de penser à travers lui une connaissance supplémentaire du monde, mais il me permet de déterminer mon action et régler mon comportement. Par conséquent, le concept pratique ne peut être présenté par un objet empirique, car mon action ne doit pas se régler sur ce qui est, mais sur ce qu'il faut faire : la présentation du concept n'est donc pas un fait, mais une loi. Mais quelle loi ? Quelle loi puis-je rencontrer concrètement comme présentation de l'idée pratique ? Ce sont les lois de la nature, dont la forme (et non le contenu) me font penser à l'idée morale. Une loi qui remplit cette condition est un *type* de la loi morale¹⁶

¹⁶Ce que Kant a ici en vue est somme toute assez simple : comment puis-je faire pour m'y retrouver dans le choix d'une action à entreprendre qui soit conforme à la morale ? Réponse : je considère l'action que j'ai en vue comme si c'était une loi de la nature, c'est-à-dire universelle et nécessaire. Ainsi, je me permets de mentir : est-ce moral ? Réponse : si tout le monde ment, le mensonge disparaît, car il n'y a plus de vérité. C'est contradictoire. On ne peut donc penser une nature qui dans sa forme suive la loi de mon action : cette loi ne peut constituer un *type* de monde possible. Par conséquent, mon concept moral est ici irréprésentable, donc vide. « Si la maxime de l'action n'est pas constituée de façon à soutenir l'épreuve consistant à revêtir la forme d'une loi de la nature en général, elle est moralement impossible » *Critique de la raison pratique*, AK, V, 70 [Kant, 1986, p. 103]. Je n'ai donc

Ces rappels sur la théorie du schématisme, pur joyau de la philosophie kantienne, nous permettent de mieux situer le problème lié à la technique. En effet, que se passe-t-il quand un objet empirique est construit et qui étend le domaine du pensable ? Comment rendre compte des sensations qui me font penser autrement ? Non pas autre chose, mais autrement ? Autrement dit, est-il possible que la nature se présente de manière telle qu'il me faille revoir ma manière de penser et les lois de l'entendement ? Mais alors, si les lois sont revues, c'est que ce que j'entendais par nécessaire, possible, etc., est bouleversé. Par conséquent, dans une telle perspective, la nature me donne une existence à penser qui me fait penser autrement.

Eh bien, c'est précisément cela que fait la technique : elle bouleverse la notion même de nature, la fait aller au delà du cadre préalable du pensable et me force à penser autrement. En effet, la technique est un schématisme externalisé qui construit des objets pour lesquels on ne dispose pas forcément de concepts, qui devront donc être néanmoins élaborés pour penser ces objets. Le propre de la technique, le travers des ingénieurs pourrait-on dire, est de construire des machines pour réfléchir, seulement après, à quoi elles pourraient bien servir. En effet, la technique est affaire de dispositifs, avons nous dit. Cela signifie que la technique possède une logique propre, autonome, correspondant à la cohérence fonctionnelle des dispositifs, qui possèdent leur propre mode de fonctionnement. L'ingénieur s'approprie cette logique pour réaliser des systèmes dont le statut devient tout autre dès lors que l'on quitte le point de vue de sa cohérence interne et que l'on prend en compte le contexte, qu'il soit technique, social, etc. On s'aperçoit alors que l'on a construit quelque chose que l'on n'a pas pensé, que l'on a devant soi un schème d'un concept encore à trouver¹⁷. La technique propose donc ce que nous proposons d'appeler des « Idées techniques », au sens où Kant parle d'Idée esthétique :

« Une *Idée esthétique* ne peut devenir connaissance parce qu'elle est une *intuition* (de l'imagination) pour laquelle on ne peut jamais trouver un concept qui lui soit adéquat. (...) De même que l'*imagination* n'atteint jamais avec ses intuitions le concept donné dans une Idée de la raison, de même l'*entendement*, à l'occasion d'une Idée esthétique, n'atteint jamais par ses concepts toute l'intuition interne de l'imagination, que celle-ci relie à une représentation donnée. Or, étant donné que ramener une représentation de l'imagination à des concepts équivaut à l'*exposer*, l'Idée esthétique peut être désignée comme une représentation *inexponible* de l'imagination (dans son libre jeu). » *Critique de la faculté de juger* 1791, AKV 342 (Kant, 1995, p. 330)

Comme les Idées esthétiques, l'Idée technique est une intuition pour laquelle nul concept est adéquat. Mais, contrairement à l'Idée esthétique, l'objet technique est *construit* et non pas *donné* : alors que l'Idée esthétique reste impensable sinon

pas le droit de mentir.

¹⁷Le vocabulaire kantien adopté ici ne doit pas masquer le caractère « vécu » de ce constat : nous sommes constamment confrontés avec les systèmes informatiques, à des objets techniques construits selon une cohérence technique interne sans que l'on sache exactement à quoi cela doit servir. La technique déploie sa propre nécessité et outrepassa le cadre conceptuel qui a présidé à son lancement.

par analogie ou symbole, l'Idée technique engendre un concept qui donne lieu à des jugements déterminants car ils correspondent à des objets que l'on sait construire. Autrement dit, les Idées techniques engendrent des jugements réfléchissants qui deviennent des jugements déterminants car ils s'appliquent à des objets que l'on sait construire et reproduire. La technique modifie la pensée car elle innove à travers des objets que l'on sait reproduire et nous force à construire le concept associé. Ces concepts, contrairement aux Idées de la raison théorique ou pratique, renvoient à des connaissances supplémentaires, et étendent le champ de la connaissance. Il ne s'agit pas d'une extension de la connaissance hors du champ de la nature, mais d'une extension de la connaissance à la nouvelle nature construite par la technique, à la nature modifiée par la technique.

Explicitons ces dernières affirmations en détaillant quelque peu les notions de jugements réfléchissants ou déterminants. Selon nous, la technique introduit un type de rationalité inédit, qui s'ajoute aux formes dégagées par la tradition philosophique, en particulier la tradition kantienne que nous avons mobilisée ici. En effet, Kant distingue deux grandes formes de raisonnement :

le jugement déterminant selon lequel on applique une loi générale à un cas singulier ; cette application prend la forme d'une inférence nécessaire et préserve donc la vérité ;

le jugement réfléchissant selon lequel on se saisit d'un cas singulier pour en chercher la loi générale. Ce mode de raisonnement n'est pas déductif et ne repose pas sur la nécessité. Il en résulte qu'il ne peut prétendre étendre de son seul fait notre connaissance. Cependant, il possède une vertu heuristique particulière, car il permet d'orienter nos recherches de manière à dégager des jugements déterminants venant prouver de manière nécessaire l'inférence suggérée par un jugement réfléchissant.

En étudiant les sciences de la nature, Kant a dégagé les contextes dans lesquels nos connaissances scientifiques sont limitées dans leur démarche déterminante, et doivent s'adjoindre une démarche réfléchissante. En physique par exemple, la détermination de la nature réelle à partir des lois issues de nos catégories de l'entendement reste incomplète et inachevée. D'une certaine manière, nos concepts de causalité, de totalité, etc., ne sont pas « suffisamment » riches pour que l'on puisse déduire les lois de la nature dans laquelle nous vivons plutôt que celles d'une autre. C'est pourquoi la physique doit s'enrichir de principes, autrement dit d'hypothèses, permettant d'achever la détermination de la nature réelle à partir de la nature formelle issue de notre entendement. Ce sont par exemple les principes de moindre action, de l'entropie (exemple anachronique mais pertinent !), etc. La détermination est également impuissante à expliquer les êtres vivants, à expliquer le fonctionnement d'un être singulier donné à partir des principes mécaniques à notre disposition. On est alors contraint de recourir à un principe heuristique selon lequel l'être vivant est un être final, et que l'explication scientifique doit être guidée par l'idée que le résultat à obtenir est la cause de ce résultat ou, autrement dit, que la fonction de l'organe ou de l'être est la cause de son existence.

Dans le cadre de la technique, les dispositifs construits proviennent de juge-

ments déterminants. En effet, la cohérence interne des dispositifs correspond à des procédés ou lois générales dont le dispositif est l'instanciation. En revanche, l'objet obtenu est un cas singulier pour lequel la cohérence externe n'est pas immédiatement connaissable. C'est alors le jugement réfléchissant qui doit intervenir à ce niveau. Mais l'heuristique réfléchissante trouve une force inusitée dans le cadre de la technique : le jugement réfléchissant peut reposer sur la reproductibilité fournie par le jugement déterminant à la base de la cohérence interne des dispositifs. La reproduction du dispositif d'une part, la reproduction des effets du dispositif d'autre part, contribuent à donner une assise apodictique et nécessaire au jugement réfléchissant. Ainsi, au lieu de recourir au jugement réfléchissant pour expliquer ce que la nature nous propose, le jugement réfléchissant met en perspective que nous construisons dans ou avec la nature, entrant en dialectique infinie avec le jugement déterminant. La technique construit du singulier nécessaire (oxymoron s'il en fut !) : singulier car l'artefact s'inscrit dans un contexte externe où il se dévoile la singularité de son utilisation, nécessaire car produit par les jugements déterminants associés aux procédés dont il est issu.

C'est par conséquent, comme le souligne Bernard Stiegler, toute la conception moderne de la science qu'il faut revoir. En effet, la science est habituellement comprise comme *technologie* :

« Ce que nous avons appelé ici technologie, qui est en effet communément conçue comme science appliquée au moyen de méthodes techniques »
(Stiegler, 2002, p. 280)

La technique s'applique dans les limites prescrites par la science, le faire dans les limites du savoir. Mais, ce que nous mettons en avant, c'est que notre savoir est à la mesure de notre faire, et le cadre conceptuel de notre pensée évolue avec les possibilités d'actions que nous donne la technique.

« Là où, chez Kant, la technique n'est que de la science appliquée parce qu'elle n'est que le développement analytique des concepts de l'entendement connaissant les données de l'intuition, nous posons que *la technique est ce qui permet la constitution de schèmes, y compris pratiques*. Ses rapports avec la théorie, et sa place dans la théorie, doivent donc être bouleversés. » (Stiegler, 2002, p. 290)

La technique prend donc une figure inédite : arraisonement du devenir, elle détermine en fait ses conditions de possibilités. La technique ne fait que déplacer les questions qu'elle est censée résoudre, car elle modifie sans cesse les termes qui permettent de la poser. D'où le caractère fondamentalement angoissant de la technique : s'il est certain que la technique nous emmène quelque part, il est impossible de savoir où. C'est pourquoi la technique ne peut conduire qu'à davantage de technique : créant une angoisse par la modification qu'elle apporte aux conditions du devenir, elle se présente également comme le seul remède possible, car il devient encore plus crucial d'arraisonner ce devenir qui n'en finit pas d'échapper.

Cela peut expliquer sans doute le sentiment assez répandu que la technique domine tout et poursuit ses propres fins sans que l'homme puisse infléchir quoi que ce soit. C'est, on l'a mentionné plus haut, la thèse de l'autonomie de la technique.

Cette thèse oublie en fait que la technique n'atteint son autonomie qu'en mobilisant l'action humaine comme son principe qui trouve en elle un moyen et une réponse. Avec la technique, l'homme n'est pas confronté à un destin qui lui échappe, mais à un destin qu'il doit faire sien car il n'est pas écrit d'avance, mais constamment déplacé et reconstruit par son action technique. L'angoisse de la technique, c'est un excès de liberté qui, comme on ne le constate que trop souvent, écrase plus qu'il n'émancipe.

Car, pour se saisir de cette liberté, il convient de se hisser aux conditions de possibilités construites par la technique, d'en saisir les enjeux. Ainsi voit-on depuis quelques décennies la figure de l'expert émerger : face à une population sous-éduquée, à une classe politique le plus souvent ignorante, l'expert explique, rassure, et exprime l'avis que son autorité d'expert légitime. Pourtant l'expertise n'est pas le bon moyen de se saisir de la liberté offerte par la technique : si l'expert est capable d'expliquer la logique interne des dispositifs, l'appropriation qu'en fait le technicien, il est aussi démuné que tout un chacun pour aborder les conséquences de la technique selon des points de vue externes. On sort du technique pour rentrer dans le politique, au sens où elle est l'affaire de chacun et non de quelques uns. Il est alors nécessaire de construire un espace culturel de compréhension des enjeux techniques¹⁸. L'expert est le nouveau sophiste des temps modernes. Dans un curieux renversement, asseoir ses avis sur les connaissances dites scientifiques, comme prétend le faire l'expert, aboutit à un pseudo-savoir et à l'illusion ou l'apparence de la connaissance. Car comprendre *comment* on a construit quelque chose n'implique pas que l'on comprend *ce que* l'on a construit : la complexité de la cohérence externe des dispositifs échappe à la connaissance présidant à leur cohérence interne. Passer de l'un à l'autre n'est qu'un sophisme, sur lequel notre société est cependant bâtie.

3 Science, technique et culture

3.1 Dépasser la techno-science

La techno-science qui constitue le modèle sous lequel science et technique sont liées aujourd'hui est en rupture et en opposition avec le modèle antique. Comme le rappelle Pierre Hadot [Hadot, 1996], la science antique n'a pas tant pour vocation d'étudier le monde pour lui-même que d'avoir une conception du monde permettant de situer l'homme et ses possibilités d'action. Dans cette perspective, la science participe au projet d'élaborer une sagesse, où l'être humain poursuit un idéal que

¹⁸On sort ici du cadre de notre réflexion sur la technique et l'ingénierie des connaissances. Soulignons simplement qu'il nous paraît nécessaire de mettre en place un enseignement de l'histoire des sciences : notre expérience d'enseignant nous a amplement montré que l'histoire des concepts scientifiques est la meilleure introduction à leur compréhension et à leurs enjeux, plutôt que la maîtrise souvent superficielle des formalismes utilisées par ces mêmes sciences. Il est souvent surprenant de voir combien les élèves-ingénieurs ont peu de notions sur les concepts dont ils sont censés avoir la maîtrise technique.

sa philosophie de la nature et sa science lui disent être pertinent et compatible avec le monde.

La science classique ou science des modernes, assumant un dualisme ouvert par le christianisme et théorisé par Descartes, n'étudie pas le monde pour savoir quelle place l'homme y occupe ni pour savoir ce qu'il *doit* y faire : en effet, appartenant à une réalité différente de la nature matérielle, le destin de l'homme n'est pas lié à la nature des choses. Par conséquent, l'enjeu est plutôt de savoir ce qu'il *peut* y faire étant donné sa compréhension des lois de la nature. Mais, pour la conception classique, les lois de la nature reflètent un ordre et un état des choses qui ne dépendent pas de l'action humaine, mais que l'action humaine doit prendre en compte pour parvenir à ses fins. La nature est une réalité en soi, l'Être reste ce qu'il est sans être altéré ou modifié par l'action que l'homme effectue à partir de sa compréhension scientifique et de sa réalisation technique¹⁹.

Si la techno-science s'appelle ainsi, c'est que la science contemporaine est davantage dirigée par la résolution des problèmes rencontrés par la technique que par l'exploration des lois de la nature. Alors que la science classique recherche les lois de la nature, la techno-science élabore des procédés techniques : là, on avance au gré des *découvertes*, ici à travers des *brevets* ; la techno-science invente et innove ce qui n'existait pas, la science dévoile ce qui est, mais restait encore inaccessible à notre intelligence. La techno-science n'explore donc pas un Être qui serait déjà là. Pour la science classique, les frontières du savoir reculent, mais celles de l'Être restent stables ; seule la connaissance change, l'Être visé par la connaissance plus ou moins adéquatement reste le même. En revanche, l'invention et l'innovation techno-scientifiques déplacent les frontières de l'Être et pas seulement celles de la connaissance ; modifiant la nature par la connaissance que nous en avons, nous construisons une nouvelle nature et bouleversons les structures ontologiques. C'est ainsi que nous avons pu souligner avec Bernard Stiegler et Dominique Bourg que les frontières entre le naturel et l'artificiel sont désormais brouillées et que ces concepts ont considérablement perdu de leur intelligibilité.

La techno-science, en construisant ses artefacts, reconfigure l'espace des possibles. Ce faisant, il ne s'agit pas de seulement enrichir les possibilités de l'action humaine dans un cadre ontologique stable, où l'on innove par de nouveaux objets tout en restant fidèle à des lois ontologiques pérennes. La techno-science reconfigure l'espace des possibles dans la mesure où elle révisé les critères mêmes du possible, c'est-à-dire de ce qui est non-contradictoire avec les lois de l'Être, car elle modifie ces lois. Ce que nous pensons être possible ou non, l'ontologie que nous déterminons, résulte de la construction technique, et non l'inverse. C'est la raison pour laquelle nous pouvons être si désarmés devant les produits de cette techno-science, et ne pas très bien savoir à quel type d'être nous avons affaire : c'est que ces produits ne se conforment pas aux cadres ontologiques pré-existants, mais les

¹⁹L'intervention humaine reste confinée à ce que la nécessité de la nature laisse indéterminé. Si, d'aventure, la science aboutit à un monde totalement déterminé et déterministe, il n'y aura plus de place pour l'intervention humaine, ou plutôt, elle fait partie de la nécessité des choses. L'Homme doit alors abandonner sa liberté ou renoncer à la nécessité de la nature. Ce sera le problème des philosophies cartésienne et leibnizienne.

reconfigurent.

Cette histoire des conceptions de la science et de la nature scande les différentes conceptions de la technique : si la science antique poursuit un idéal de sagesse où il faut comprendre le monde pour mieux atteindre cet idéal, la technique n'a pas de rôle à remplir et appartient donc au domaine de la contingence. La science classique découvre les lois de l'être pour devenir « maître et possesseur de la nature », la technique est donc une science appliquée. La technique contemporaine construit le monde que nous devons explorer : la science a pour objet le monde construit par la technique ; que ce soit à travers ses appareils de mesure et ses dispositifs expérimentaux, que ce soit par les objets qu'elle transforme. À ce titre, la science moderne ne fait pas de découverte, mais invente la nature que lui construit ses appareils de mesure. À présent, la science construit des objets qui enrichissent la nature.

Ce faisant, alors que la techno-science contemporaine semble totalement s'opposer à la science antique, il semble cependant qu'elle nous amène à renouer avec ses principaux thèmes, en particulier celui de la contingence, comme nous l'avons évoqué avec Aristote. A la matière, principe de la contingence chez Aristote, succède la complexité de la techno-science contemporaine, source d'indétermination et d'indécidabilité par voie apodictique. La matière aristotélicienne et la complexité technoscientifique ont ainsi la commune propriété d'introduire de la contingence et de laisser la place à la sagacité (*phronésis*) qui délibère et argumente non pour déterminer les possibles, car c'est la techno-science qui les construit, mais pour se déterminer à leur égard et orienter l'invention du possible, selon une expression qui fut naguère à la mode. Pour introduire cette thématique de la contingence dans la techno-science contemporaine, revenons sur ce qui nous semble caractériser son fonctionnement essentiel : une double tendance de *naturalisation* d'une part et de *sémiotisation* d'autre part.

3.2 La techno-science entre naturalisation et sémiotisation

Comme nous l'avons rappelé plus haut (1.1.2.c), la naturalisation correspond au fait de vouloir aborder un phénomène donné, par exemple la pensée, le vivant, etc., comme un phénomène *naturel*, c'est-à-dire relevant des sciences de la nature. L'histoire des sciences a connu de nombreuses naturalisations, plus ou moins réussies ou achevées. Citons par exemple :

la naturalisation du monde supra-lunaire : pour Aristote et la physique antique, le monde céleste au delà de la lune n'obéit pas à la même physique que le monde sublunaire ou terrestre. Le monde céleste, de nature divine, obéit à des lois immuables et manifeste un comportement régulier, harmonieux et parfait. Le monde sublunaire, lieu de la génération et de la corruption, est le monde de la contingence et de l'imperfection. La mutation galiléo-cartésienne a montré l'unité phénoménale des mondes sublunaires et supralunaires, et unifié les physiques les décrivant [Koyré, 1966, Koyré, 1973, Clavelin, 1996].

la naturalisation de l'esprit : les sciences cognitives recherchent depuis leurs origines cybernétiques à décrire la cognition et la pensée comme des phénomènes abordables en termes physico-chimiques et descriptibles par des moyens logiques et mathématiques²⁰.

la naturalisation du vivant : la découverte du génome permet d'aborder le monde du vivant en termes bio-chimiques et de susciter une technologie associée [Monod, 1970].

La naturalisation est essentiellement motivée par les nombreux succès de la science classique et de la techno-science, la naturalisation permettant une intervention accrue tenant souvent lieu de compréhension.

Cependant, les progrès de la techno-science introduisent une complexification de la nature conduisant à renoncer aux bénéfices habituels apportés par la naturalisation des phénomènes : les lois mathématiques étant de plus en plus complexes, de moins en moins prédictibles ou calculables, l'ordre des phénomènes étant de plus en plus divers et étendus, les modèles issus de la naturalisation participent d'une compréhension globale de la nature, mais non d'une action précise au sein de celle-ci. Le modèle mathématique ou logique ne permettant pas de déduire de manière apodictique ce qu'il faut faire ici et maintenant, c'est avec d'autres ressources rationnelles qu'il faut aborder la décision et la gestion des affaires humaines. On voit donc émerger une mobilisation du vraisemblable et du probable, fondé sur l'expérience (et non l'expérimentation), l'argumentation (et non la démonstration), le lieu commun partagé (et non la découverte). Il s'agit donc d'une tendance que l'on peut appeler une *sémiotisation* de notre rapport au monde.

La sémiotisation correspond à une attitude selon laquelle on construit une interprétation du monde, en dégagant les faits humains et culturels pertinents et en les décrivant selon une sémiotique des cultures²¹. Un modèle pour aborder une telle sémiotisation est fourni par la tradition rhétorique et herméneutique [Rastier, 2001]. Les phénomènes deviennent des signes dégagés et construits par un processus interprétatif, où l'intelligibilité procède davantage de l'argumentation rhétorique que de la démonstration formelle dite scientifique.

Naturalisation et sémiotisation sont donc deux tendances complémentaires et indissociables de notre rapport à la nature, et de manière plus générale, de la science. Elles ne peuvent s'ignorer : la sémiotisation ne lutte pas contre la naturalisation, mais pallie son incomplétude et sa complexité. Elle recontextualise les sciences de la nature, non pour les invalider, mais pour apporter la clarté nécessaire à leurs applications. Réciproquement, la naturalisation éclaire les sciences de la culture de faits et contraintes issus de la formalisation et de la mathématisation des phénomènes étudiés. En leur procurant une légalité mathématique, elle leur confère une autonomie en même temps qu'elle nous donne une prise sur eux à travers leur prédictibilité. Naturalisation et sémiotisation sont donc les deux figures de la science et de notre rationalité.

²⁰Voir notamment [Pinkas, 1995, Bechtel and Abrahamsen, 1993, Andler, 1992].

²¹« Le culturel s'identifie ici à l'humain, car la médiation sémiotique reste caractéristique de la cognition humaine et la définit sans doute comme telle. » [Rastier and Bouquet, 2002].

Au risque de céder au scientisme, qui est une idéologie et non une épistémologie, les sciences de la nature doivent s'interroger sur leurs hypothèses et leurs conditions d'exercice. Dans la mesure où les innovations issues de la naturalisation ont bouleversé les frontières traditionnelles de la nature, il importe plus que jamais que toute science intègre dans son propre exercice une épistémologie problématisant son rapport au monde et son applicabilité aux phénomènes étudiés.

Mais, outre cette nécessaire sagacité ou prudence propres à l'exercice de la science, il se trouve que le contenu des théories issues de la naturalisation implique une sémiotisation. Cette sémiotisation procède de la complexité des phénomènes décrits et des théories élaborées pour les expliquer. Au lieu d'avoir un cadrage systématique des phénomènes par la théorie, on obtient une indétermination suscitant de l'imprévu et de l'inattendu. L'irruption du contingent dans la phénoménalité expliquée ne provient pas d'une insuffisance théorique. Au contraire, elle reflète d'une certaine manière les progrès profonds et fondamentaux que la science a réalisés ces derniers siècles. La science moderne et contemporaine se caractérise par le fait que les domaines phénoménaux expliqués par la science deviennent de plus en plus interconnectés. Cela se traduit à plusieurs niveaux, renvoyant à différents paliers de complexité nécessitant progressivement davantage d'interprétation argumentative :

- les théories, en unifiant les phénomènes, amènent à devoir considérer des domaines de plus en plus vastes pour étudier un phénomène donné : par exemple la science satellitaire doit intégrer les corrections relativistes ;
- la science est désormais une techno-science : l'objectif n'est pas tant de découvrir que de construire, innover, inventer. Or, pour élaborer un dispositif ou inventer un procédé, il faut prendre en compte différents ordres du réel qui d'un point de vue scientifique restent disjoints : pour faire un satellite et son lanceur il faut faire de la mécanique classique et relativiste, maîtriser la physique des matériaux, disposer d'une chimie des comburants, etc.
- enfin, la science devenant techno-science doit également inclure dans ses explications le facteur humain et social. D'une certaine manière, il faut intégrer le contexte anthropologique, social, cognitif, etc., dans l'étude des systèmes et leur conception. Cette inclusion qui pourrait correspondre à une naturalisation, est en fait une sémiotisation. En effet, les modèles naturalisant ces dimensions ne possèdent pas la force prédictives des modèles explicatifs de la nature. En ayant la forme des sciences de la nature, ils n'en ont pas la force. C'est pourquoi l'intégration du facteur humain conduit davantage à la contingence qu'à la nécessité, à l'irruption de facteurs imprévus qu'à la maîtrise du réel. Paradoxalement, alors qu'on vante ou que l'on dénigre çà et là une réification technique de l'humain et du social, on assiste à une intégration progressive mais massive des sciences humaines et sociales dans la réalité techno-scientifique. Il suffit pour cela de constater que ces disciplines font désormais partie de la formation d'un ingénieur, et que tout manager ou cadre supérieur doit s'armer de référentiels conceptuels lui permettant d'aborder la sphère sociale et cognitive dans lesquelles est plongée son action.

C'est une véritable *herméneutique* des systèmes qui se met en place : tout système pouvant à un niveau ou à un autre représenter un autre système, le pi-

loter ou être piloté par lui. Cette herméneutique ne possède pas de lois simples renvoyant à une théorie unifiée permettant de prédire les effets à partir des causes et donc d'ajuster les décisions pratiques. Cette complexité herméneutique implique que la prise de décision doit reposer sur d'autres formes de rationalité, en particulier la délibération et non la démonstration, le vraisemblable et non le nécessaire, sur la sagacité et non la science. Non pas que la délibération soit préférable à la démonstration : comme le souligne Aristote, là où il y a démonstration, la délibération n'a pas de place ; il n'y a pas à discuter de ce qui est démontré. Mais la rationalité ne doit pas abdiquer là où la raison ne peut procéder de manière démonstrative et apodictique ; elle adopte alors l'argumentation délibérante. Le fait que la démonstration ne soit pas toujours possible ne vient pas toujours de ce que nous n'avons pas (encore) les connaissances suffisantes, et qu'il faille attendre d'hypothétiques progrès. C'est que parfois la forme même de rationalité qu'est la démonstration n'est pas adaptée, et qu'il ne faut donc rien attendre de progrès futurs. En effet, il est des domaines pour lesquels la démonstration repose sur des conditions et hypothèses en contradiction avec les principes de ces domaines : le formalisme et l'exactitude nécessaires à la démonstration ne peuvent s'appliquer qu'en idéalisant et transformant les objets du domaine, altérant ainsi le domaine lui-même. Ce sont en particulier les sciences de la culture (cf. *supra*), qui ne peuvent être soumises à la démonstration apodictique qu'au prix d'une altération de leurs objets. L'argumentation délibérante est donc parfois la forme ultime de la rationalité scientifique, et non une forme dégradée retenue faute de mieux, faute de pouvoir reposer sur la démonstration.

On peut relever dans la plupart des débats contemporains la sémiotisation de la science de la nature à travers les débats de société portant sur les innovations technologiques et leurs conséquences, que ce soit les Organismes Génétiquement Modifiés (OGM), la gestion des déchets radioactifs, le génie génétique, etc. Des sociologues notent dans un ouvrage récent :

Contrairement à ce que l'on aurait pu penser il y a encore quelques décennies, le développement des sciences et des techniques n'a pas apporté avec lui plus de certitudes. Au contraire, d'une manière qui peut paraître paradoxale, il a engendré toujours plus d'incertitudes et le sentiment que ce que l'on ignore est plus important que ce que l'on sait. Les controverses publiques qui en résultent accroissent la visibilité de ces incertitudes. Elles soulignent leur ampleur, leur caractère apparemment irréductibles et accèdent du même coup l'idée qu'elles sont difficiles, voir impossibles à maîtriser. C'est dans les domaines de l'environnement et de la santé, qui constituent sans aucun doute les deux terrains les plus fertiles pour les controverses socio-techniques, que ces incertitudes sont les plus criantes.

Agir dans un monde incertain, Michel Callon, Pierre Lascoumes, Yannick Barthes, Seuil, 2001 (Callon et al., 2001)

La techno-science débouche sur une praxis, où il s'agit de se poser la question de ce qu'il faut faire, dans l'absolu, et c'est la sagesse, ou relativement au bien collectif, et c'est la prudence ou sagacité. Longtemps, on a cru que la technique, simple moyen, posait des questions à la morale et à la politique que ces dernières pouvaient traiter seules. Instrument, la technique est mobilisée pour atteindre des

fins dont elle ne détermine pas la nature ni n'évalue la valeur morale (vis-à-vis du bien absolu) ni politique (vis-à-vis du bien commun). Or, les fins ne se posent que dans le cadre de ce que la technique rend possible : la technique participe à la détermination des fins à poursuivre en reconfigurant la nature des choses. Mais participe-t-elle à leur évaluation ? La technique peut-elle déterminer s'il *faut* faire quelque chose, même si elle détermine si ce quelque chose est possible ou non ? Bref, si la technique permet de reconfigurer l'ontologie, en reconfigurant *ce qui est*, peut-elle également reconfigurer *ce qui doit être* ? La réponse est sans doute positive. En effet, les moyens de déterminer s'il faut faire quelque chose ou non renvoient à notre capacité de déterminer si la loi de l'action peut donner une loi de la nature. Autrement dit, est-ce que l'action rendue possible par la technique renvoie à une loi qui pourrait correspondre à un type de nature possible ? Cela revient donc à une question ontologique et logique, où la morale correspond au domaine des actions correspondant à la constitution d'un monde possible, répondant aux lois dont l'action visée est l'instanciation particulière. La science est donc technique, car elle construit des dispositifs pour se bâtir sa conception de la nature. Mais, étant technique, elle prend une portée *ontogonique* et donc *pratique*. En effet, reconfigurant les cadres ontologiques, modifiant les frontières de l'Être, la techno-science ne s'ajuste pas à l'Être, mais le constitue : elle est onto-gonique. Mais alors se pose la question de ce qui doit ou ne doit pas être, c'est-à-dire la question pratique. Mais cette question difficile excède les limites de ce mémoire.

3.3 La techno-culture comme rhétorique et herméneutique de la technique

La technique offre une liberté à chaque fois nouvelle. Pour s'en saisir, il faut s'en faire une représentation, une explicitation qui rende intelligible les possibilités ouvertes. Bref, à la cohérence technicienne et calculatoire des dispositifs de la technique, il faut adjoindre un espace argumentatif pour la délibération sur les enjeux dressés par la technique. Dans cette perspective, rien n'est plus pertinent que le très célèbre passage du *Gorgias* de Platon, où l'on voit le même Gorgias expliquer qu'il est au moins aussi important de convaincre le patient de prendre sa médication que de savoir la prescrire :

SOCRATE : c'est même parce que je m'en émerveille, Gorgias, que depuis longtemps, je pose des questions sur ce que peut bien être la vertu de l'art oratoire ; car, à l'envisager de la sorte, il m'apparaît doué d'une vertu qui, pour la grandeur, est vraiment divine !

GORGAS : Et si tu savais tout, Socrate ! Il t'apparaîtrait rassembler et tenir sous son autorité l'ensemble, pour ainsi dire, des vertus de tous les arts. C'est de quoi je vais te donner une preuve décisive : souvent en effet, j'ai déjà accompagné mon frère, ainsi que d'autres médecins, au chevet de quelque malade qui se refusait à boire une drogue ou à laisser le médecin lui tailler ou brûler la chair : celui-ci était impuissant à le persuader ; moi, sans avoir besoin d'autre art que de l'art oratoire, je le persuadais ! Voici venir, d'autre part, en telle cité que tu voudras, un homme qui sait parler, et un médecin ; suppose qu'un débat contradictoire s'engage dans

l'Assemblée du Peuple, ou dans quelque autre réunion, pour savoir qui l'on doit choisir pour médecin, le médecin n'y ferait pas longtemps figure, et celui qui, bien plutôt, serait choisi, s'il le voulait, ce serait celui qui est capable de bien parler ! Suppose encore que ce débat s'engage contre n'importe quel autre professionnel : l'homme habile à parler réussirait, mieux que n'importe qui d'autre, à faire porter le choix sur lui-même ; car sur quoi que ce soit, devant une foule, l'homme habile à parler le fera d'une façon plus persuasive que n'importe qui d'autre. Voilà donc quelle est, en étendue comme en qualité, la vertu de l'Art. » *Gorgias*, 456a-d. Traduction Léon Robin, Edition de la Pléiade.

Naturellement, l'objectif de Platon est de fustiger la rhétorique et l'éloquence comme de faux savoirs, alors que, selon lui, l'enjeu est de fonder le débat et la recherche non pas sur l'art de parler mais sur la connaissance. Mais Gorgias n'a pas tort : certes, l'Assemblée se tromperait en choisissant le rhéteur plutôt que le médecin pour soigner, mais il est clair que le médecin doit se faire rhéteur pour convaincre, persuader et expliquer le bien fondé de sa prescription. Par conséquent, il faut allier la compréhension de la nature et de la maladie au partage de cette compréhension et au consensus qu'elle suscite.

Ce dialogue, non dans l'intention platonicienne, mais dans la lecture que nous en donnons, illustre la situation de l'ingénierie et de la technique. Dans le double processus d'une part de naturalisation qui aborde le dispositif technique comme une nature dont il faut trouver les lois de reproduction et de répétabilité, et d'autre part de sémiotisation qui aborde le dispositif comme un fait culturel intégré et inséré dans un contexte singulier et unique, l'ingénierie doit articuler ces deux dimensions et se doter des outils nécessaires pour les expliciter et les rationaliser. Ces outils sont les outils de représentation, représentation de la nature à l'œuvre dans le dispositif, représentation et explicitation de l'interprétation de l'usage du dispositif.

Ces outils renvoient aux langages et aux langues dont nous disposons pour penser les problèmes que nous rencontrons. Nous distinguons deux types essentiels de langages (cf. [Bachimont, 1994] et [Bachimont, 1997]) : un premier type de langage fondé sur l'interprétation, ancré dans la culture, et ne prenant corps que dans des pratiques discursives et communicatives qui lui confèrent un contexte. Un second type de langage fondé sur le calcul, articulé sur la nature à laquelle il applique ses opérations, et ne prenant corps que dans des dispositifs techniques et opératoires. Au premier type les langues naturelles constituent le modèle, au second les langages formels²². Au découpage de la nature et à la formalisation du phénomène que permettent les langages formels vient s'articuler la communication intersubjective où tout homme, du fait simplement qu'il est homme, peut s'adresser à un autre par la langue :

« De fait, il n'est point interdit de découvrir, derrière le paradoxe complaisamment rapporté par Platon, l'indice d'une conception profonde et, en tout cas,

²²A la suite de Rastier [Rastier et al., 1994], nous distinguons la langue, système au sens saussurien, le langage, faculté cognitive de la parole, les langues, pratiques discursives culturelles, et les langages, systèmes artificiels de signes.

défendable des rapports d l'homme et de l'art. Dire que le médecin doit se doubler d'un rhéteur, c'est simplement rappeler que les rapports du médecin et du malade sont des rapports humains, que le médecin est impuissant sans le consentement du malade, que l'on ne peut faire le bonheur des hommes contre leur gré et que, finalement, le savoir ne confère de supériorité vérifiable que dans la mesure où l'homme de science est *reconnu* comme supérieur. Gorgias ne peut avoir voulu dire que le rhéteur était plus compétent en médecine que le médecin lui-même, mais seulement que la compétence n'était pas pour lui l'essentiel, parce que la compétence enferme l'homme de l'art dans un rapport déterminé à l'être, alors que les rapports du médecin et du malade sont des rapports d'homme à homme, c'est-à-dire des rapports totaux. Ce que Gorgias a mis au-dessus de l'homme compétent, c'est l'homme quelconque, l'homme simplement humain, c'est-à-dire universellement humain. » (Aubenque, 1990)

Ce qui est remarquable dans le commentaire de Pierre Aubenque, c'est que, chez Platon, Gorgias est vilipendé pour avoir recouru à un art, une technique, qui masque la nature des choses et détourne les êtres de leur vérité. Or, nous dit Pierre Aubenque, à travers son art rhétorique, Gorgias va directement à l'essentiel et non aux essences, il s'adresse à l'universel humain sans passer par la médiation du savoir objectif et scientifique des choses. L'art technique porte *in fine* sur le fait humain et culturel, pour être pleinement technique, et pas seulement scientifique. Ainsi, l'enjeu n'est certainement pas de mettre l'homme au cœur de la technique, ou d'avoir une technologie centrée sur l'homme, ou enfin d'introduire la dimension humaine au cœur de la technique. Car la technique, si elle doit aller au bout de sa logique, doit intégrer les sciences de la culture sans changer sa nature, mais en l'accomplissant. La technique est et a toujours été humaine.

Longtemps le rêve du formalisme fut de faire coïncider ces deux types de langages : un langage formel commandant à la nature et assumant une fonction de communication et d'expression linguistique. La poursuite de ce rêve et les difficultés rencontrées ont mieux fait comprendre quelles différences les distinguent et les opposent. Les langages formels possèdent la particularité d'exprimer les raisonnements nécessaires ou démonstrations. La nécessité correspond au fait que la suite des expressions du langage s'enchaîne univoquement, sans ambiguïté, sans faire appel à l'interprétation pour décider quel énoncé formuler. La nécessité du raisonnement renvoie, depuis Hilbert, à la nécessité aveugle du calcul, où des règles machinales, mécaniques assurent la progression du raisonnement. On obtient ainsi un langage qui n'est pas un langage d'expression, manifestant un sens sous-jacent, mais un langage de spécification et de prescription, qui détermine de manière univoque le comportement d'un système mécanique et physique déroulant les étapes d'un raisonnement. Les langues naturelles n'ont pas pour vocation de contrôler la nature, mais de communiquer avec autrui. Les langues déterminent une intersubjectivité où les subjectivités des locuteurs viennent s'exprimer et se constituer.

La technique se trouve donc intégrer deux figures que la tradition a toujours eu tendance à opposer : le chercheur et le rhéteur. Le rhéteur doit pratiquer l'argumentation et la persuasion. Son objectif n'est pas de contrôler un processus physique ou de construire un dispositif technique, mais de faire *partager* un point de vue

et une argumentation pour décider d'une action *commune*. L'objectif est l'accord pour agir. Le chercheur, quant à lui, doit pratiquer l'élaboration technique pour construire des *dispositifs matériels*. L'objectif est l'effectivité dans la nature.

Tant le rhéteur que le chercheur vont fonder leur pratique dans un savoir, l'art de la délibération et de la persuasion pour le rhéteur, l'art de la démonstration et de l'expérimentation pour le chercheur. L'art de la démonstration a conduit à l'image classique de la science : savoir indépendant du contexte, explicité en une forme accessible et reproductible, la science se fonde sur une épistémologie du répétable. L'art de la délibération et de la persuasion n'a pas conduit à une telle construction, et repose sur un ensemble de procédés ou de recettes, ce qui lui confère un statut secondaire et ancillaire. C'est que, renvoyant à la complexité des situations humaines et des contextes concrets, la délibération ne saurait se fonder sur une épistémologie du répétable, puisque l'enjeu n'est pas de savoir ce qu'il faut dans toutes les situations modélisées de telle ou telle manière, mais de décider dans cette situation *hic et nunc*, situation unique et singulière par définition. Pour que l'art de rhéteur se fasse science, il faut élaborer une épistémologie où l'enjeu n'est pas *l'universel*, vrai partout car s'appliquant à des cas décontextualisés, mais le *général*, énoncé pour des *types* de situation, en fonction de normes et de conventions, en laissant la place à la singularité et la variabilité, mais en se donnant les moyens de la reconnaître et de la critiquer. La critique (au sens philosophique), et la caractérisation (au sens herméneutique vu plus haut cf. 1.1.2.c) fondent l'épistémologie propre à faire de l'art du rhéteur une réflexion scientifique. Tant le rhéteur que le chercheur se fondent sur un *logos*, respectivement, comme on l'a vu, sur les sciences de la culture d'une part et sur les sciences de la nature d'autre part.

Cependant, ces figures du rhéteur et du chercheur sont abstraites et sont rarement dissociées en pratique. Elles se rencontrent en particulier dans la figure de l'ingénieur, mixte de rhéteur et de chercheur, qui doit mobiliser tant la langue pour s'adresser à autrui que le formel pour contrôler la nature. L'ingénierie ne doit pas revendiquer de statut « scientifique » si l'on doit entendre par là l'élaboration d'un savoir à travers des langages formels. L'ingénierie est un art au sens grec (*tekné*), une pratique, le lieu où l'objet à contrôler techniquement se négocie dans des pratiques discursives et collectives. L'ingénieur est un rhéteur qui doit persuader de sa compétence technique, et un chercheur qui doit fonder sa rhétorique dans sa maîtrise des raisonnements nécessaires formalisés.

L'ingénieur doit désormais davantage se confronter à un réel complexe qu'agir dans une nature mathématisée. En particulier, le réel complexe se caractérise par le fait qu'il résiste fondamentalement à la mathesis universalis, et qu'il ne peut se ramener à des lois universelles et nécessaires. Cela implique qu'à la nécessité du monde mathématique il faut opposer la contingence du réel complexe. Face à un réel qui se rebelle à une représentation scientifique, l'ingénieur doit mobiliser différentes formes de rationalité qui lui permettent d'agir. Ces différentes formes de rationalité reposent sur l'argumentation du rhéteur, qui s'inscrit dans l'espace de la délibération et de la confrontation à la rationalité d'autrui, et l'empirie qui re-

cherche les méthodes permettant d'obtenir un résultat visé sans pour autant avoir une explication formalisée et complète de l'efficacité de la méthode. C'est pourquoi l'ingénieur doit penser son activité selon trois modèles complémentaires :

Le chercheur : travaillant sur un monde idéalisé pour lequel il formule des lois nécessaires et universelles, le chercheur formule des explications scientifiques du monde dont il parle. C'est par exemple la thermodynamique, la mécanique, etc. ; c'est l'homme de la démonstration.

La devise du chercheur est : « c'est démontré! ». Il n'y a plus à tester ni à discuter, car comme le dit Aristote, de ce qui est démontré, il n'y a pas à discuter ou délibérer. En revanche, il n'est pas toujours facile de savoir si le cas concret à traiter relève ou non de la loi démontrée : pour se reposer sur le jugement déterminant déductif et démontré, il faut passer par un jugement réfléchissant où le cas singulier concret est modélisé pour être subsumé par les conditions d'application de la loi scientifique. La science du chercheur reste limitée par le fait qu'il faut toujours recourir à la réflexion (au sens kantien) pour délibérer si la loi doit s'appliquer ou non au cas considéré.

L'ingénieur : travaillant sur le monde concret, l'ingénieur sort de la nécessité du monde idéal du chercheur pour se confronter à la contingence du réel ; il doit s'adapter aux problèmes qu'il rencontre et à l'écart entre le concret et l'idéal. C'est l'homme de la méthode.

La devise de l'ingénieur est : « ça marche! » , sans que l'on sache toujours pourquoi. L'ingénieur traque la méthode, c'est-à-dire la rationalisation progressive des procédés permettant d'atteindre les objectifs visés. Son ambition est de traduire la méthode en dispositif : ajustement entre l'empirie et le savoir démontré, l'art de l'ingénieur est guidé par l'efficacité pratique.

Le rhéteur : travaillant dans l'espace de la discussion délibérative, le rhéteur argumente pour persuader. Non pas pour arriver à des fins vénales, comme le sophiste vu par Platon, mais pour rendre compte du fait que les humains partagent une rationalité dont la discussion et la délibération sont le lieu de manifestation. La rhétorique, c'est l'universel de l'humanité précédant celle de la science et de l'action, et le rhéteur, l'homme de l'argumentation.

La devise du rhéteur est : « c'est d'accord! » : on ne sait pas forcément si c'est réaliste vis-à-vis des lois de la nature, ni si on dispose d'une méthode, mais on dispose d'un consensus.

Le problème auquel s'attaque l'ingénieur est donc la situation fort habituelle où il faut mobiliser sa connaissance universelle ou générale du monde au cas particulier auquel on est confronté. Rapporter la situation, en la modélisant, à un cas particulier subsumable par la loi générale est la stratégie proposée par l'épistémologie du répétable, celle des sciences de la nature. Décrire la situation en effectuant sa critique et sa caractérisation comme une variation singulière et unique de cas généraux pour fonder la décision, est la stratégie proposée par l'épistémologie du contingent, celle des sciences de la culture.

Mobilisant des langages différents, ces deux attitudes rencontrent une même difficulté où les langages perdent leur fonction initiale et deviennent stériles et

vains. Ces formes de stérilité, nous proposons de les appeler le verbalisme d'une part, et le formalisme d'autre part :

le verbalisme correspond à la pratique de la langue naturelle où l'essentiel est davantage de dire que de dire quelque chose. La fonction de communication prime sur le contenu communiqué : les formules s'enchaînent en un rythme berçant l'interlocuteur sans que rien ne soit réellement dit. Forme dévoyée de la rhétorique, le verbalisme renvoie à la trop fameuse langue de bois, au jargon, au sabir et au discours amphigourique, où le mot doit davantage masquer le vide énoncé qu'exprimer un vouloir-dire.

le formalisme correspond à la pratique des langages formels où sont étudiés les différents mécanismes de réécriture indépendamment de l'application de ces mécanismes à une réalité de la nature qu'il permettrait de contrôler ou de construire. Selon un adage qui fut célèbre en Intelligence artificielle, le formalisme peut se comprendre à travers la formule suivante : « quand vous n'avez rien à dire, dites-le en langage du premier ordre ».

Le verbalisme et le formalisme renvoient à des pratiques des langages faisant écran au rapport au monde au lieu d'y introduire : monde humain de l'intersubjectivité pour les langues naturelles, monde naturel de l'objectivité pour les langages formels. La dénonciation de ces dérives sont des topiques de la littérature philosophique : de la dénonciation de la sophistique par Platon, aux appels de Husserl à refonder la logique dans l'évidence phénoménologique, le verbalisme et le formalisme renvoient aux figures souvent dénoncées du politique (langue de bois) et de l'expert (jargon scientifico-technique). Mais ces dévoiements ne doivent pas faire perdre de vue l'enjeu d'une ingénierie, élaborant et mettant en œuvre des projets techniques fondés sur une modélisation (lois de la nature) et une argumentation (lois de la culture).

4 Conclusion

L'ingénieur élabore des procédés dont la rationalité vient des sciences de la nature et les utilise dans des contextes techniques dont la rationalité doit s'aborder depuis les sciences de la culture. Il mobilise donc une ingénierie de procédés qu'il plonge dans un contexte pratique. L'élaboration des dispositifs est en son principe une naturalisation : on ramène la reproduction désirée d'un événement à une production naturelle découlant de la nécessité des lois de la nature. L'utilisation des dispositifs est la constitution et l'interprétation d'un fait humain et culturel, correspondant en son principe à une sémiotisation. Naturalisation et sémiotisation ont spontanément tendance à s'exclure. C'est pourtant la tâche de la technique de les articuler.

Une telle articulation intervient lors des phases clefs de modélisation, de réalisation et d'évaluation. Lors de la modélisation, il s'agit de rapporter les éléments pertinents et structurants d'une situation aux conditions initiales d'un processus naturalisé. C'est un choix, une sélection qui repose sur la manière dont on se

représente comment les modèles scientifiques décrivent le monde, et comment le monde se structure. C'est en fait une métaphysique du problème à réaliser, immanente à la situation, et locale au futur cadre opératoire de la solution technique élaborée. La réalisation technique choisit un principe de construction scientifique permettant de garantir le fonctionnement. Le choix d'un principe ou d'un autre repose sur les implications sociales et culturelles attachées à un principe et qui se traduisent par une tendance, ou style. Par exemple, quand un document temporel est abordé depuis un système technique numérique, le numérique a pour tendance la décomposition des objets en unités librement recombinaisons. C'est le propre du numérique, dont le principe technique se traduit dans son usage dans la fragmentation et la recombinaison. Ainsi, choisir une solution analogique ou numérique pour un document traduit le type de possibilités que l'on recherche pour l'application technique. Enfin, l'évaluation consiste à analyser l'objet technique comme un élément parmi d'autres du fait social et culturel observé, et à décrire son impact, son usage et ses possibilités.

Dans le chapitre suivant, nous allons continuer notre réflexion sur l'ingénierie en prenant comme objets les inscriptions numériques de connaissances et y montrer cette convergence et collaboration nécessaires entre naturalisation et sémiotisation.

Chapitre 3

L'inscription matérielle des connaissances : théorie du support et ingénierie des connaissances

Toute connaissance procède d'une genèse technique : la connaissance consiste en l'interprétation d'un dispositif technique, qui correspond à son inscription matérielle. Aborder le problème de la connaissance revient à élaborer une théorie du support, support technique de l'inscription matérielle des connaissances. Puisque, selon nous, la connaissance a toujours été matérielle et technique, on peut en déduire le principe d'une ingénierie qui la prenne comme objet. Mais, pour ne pas perdre cette ingénierie dans l'universalité et la généralité de la connaissance, encore faut-il lui trouver une cohésion qui puisse lui conférer l'unité d'un domaine, l'autonomie d'une discipline, la cohérence d'une méthode.

*Le numérique et ses traitements informatiques proposent un système technique **homogène** intégrant en un même support **universel** tous les types de contenus et d'expressions des connaissances. L'ingénierie des connaissances, en prenant l'ingénierie dans son acception d'étude globale de projets techniques, considère la problématique de l'inscription numérique des connaissances, à travers leurs différentes dimensions interprétatives : le numérique, comme **système homogène** et **support universel**, lui confère l'autonomie d'une discipline et un objet délimité.*

Quels sont les principaux problèmes et enjeux liés au support numérique ? Selon la théorie du support, les caractéristiques techniques du numérique doivent avoir une influence et un corrélat dans les parcours interprétatifs effectués à travers les inscriptions numériques. La raison computationnelle correspond au concept proposé pour rendre compte de l'impact cognitif du numérique : conjecture et programme, et non affirmation et résultat, la raison computationnelle doit donner lieu à sa propre critique pour considérer si parfois le numérique ne pose pas plus de problème qu'il n'en résout.

La création et prolifération d'inscriptions numériques accroît en effet la désorientation des esprits et la confusion des concepts. Cette désorientation, amplifiée mais non créée par le numérique, est inhérente à toute connaissance et support d'inscription. Toute connaissance étant fondée sur une inscription, suscite une interprétation

qui n'est pas gagée par une ontologie de référence ni une vérité déjà donnée : l'interprétation est par nature désorientante. L'ingénierie des connaissances, tirant son projet d'une théorie du support numérique, reçoit la mission pratique et théorique de fournir les outils à la critique de la raison computationnelle.

L'ingénierie et la technologie consistent dans l'élaboration de dispositifs à partir de la naturalisation d'un phénomène et sa soumission à des lois tirées de l'étude de la nature et dans l'exploitation de ces dispositifs dans un contexte d'usage socio-culturel et cognitif. Dans cette optique, la technologie modélise la cohérence interne scientifique et l'interprétation externe sémiotique à l'aide de représentations exprimant la modélisation scientifique ou l'interprétation sémiotique. La technologie engendre donc des connaissances pour la réalisation et l'utilisation des dispositifs. Mais que toute ingénierie, technique et technologie engendrent des connaissances n'implique pas que la connaissance puisse être l'objet d'une technologie et d'une ingénierie.

L'objectif de ce chapitre est d'étudier cette question : en quoi la connaissance peut-elle se prêter à une manipulation technique ? Notre thèse est que toute connaissance repose sur une inscription matérielle avec laquelle elle est en relation *transductive*, en empruntant ce concept à Simondon¹ : une relation est transductive quand elle constitue ses *relata* qui ne lui pré-existent donc pas. Par conséquent, connaissance et inscription technique se co-constituent dans la mesure où l'inscription est toujours inscription d'une connaissance, et la connaissance toujours connaissance exprimée par une inscription. Il y a donc la possibilité d'une technique se saisissant des connaissances *via* leur inscription. Cependant, cette technique recèlera autant de diversité et d'hétérogénéité que la connaissance elle-même, si bien qu'il faudra considérer les techniques de la connaissance par domaine de connaissance. Mais, en considérant les techniques de la connaissance par type de technique, on peut faire l'hypothèse qu'une classe de techniques, reposant sur de mêmes principes et mettant en œuvre de mêmes procédés, peut donner lieu à un domaine homogène et cohérent.

L'ingénierie des connaissances correspond aux techniques reposant sur le numérique pour aborder les connaissances. L'ingénierie des connaissances peut prétendre à être une discipline autonome du fait de l'homogénéité du numérique et pertinente du fait de l'universalité du numérique, qui devient le médium général de représentation des connaissances, dans lequel on retrouve et modifie les procédés techniques de traitement des autres supports d'inscription comme le papier, le support vidéo, le support film, etc. En effet, à travers le numérique, l'ingénierie des connaissances ne s'intéresse pas un type particulier d'inscription, comme pouvait l'être l'écriture, mais à un médium permettant d'accueillir toute expression².

¹ « Il y a transduction lorsqu'il y a activité partant d'un centre de l'être, structural et fonctionnel, et s'étendant en diverses directions à partir de ce centre, comme si de multiples dimensions de l'être apparaissaient autour de ce centre ; la transduction est apparition corrélative de dimensions et de structures dans un être en état de tensions préindividuelles, c'est-à-dire dans un être qui est plus qu'unité et plus qu'identité, et qui ne s'est pas encore déphasé par rapport à lui-même en dimensions multiples ». [Simondon, 1964, 18-19].

² Alors qu'à l'origine, l'ingénierie des connaissances légitimait son projet en s'appuyant sur les

Enfin, le support numérique est remarquable dans la mesure où il permet d'articuler plus finement la modélisation informatique et l'interprétation sémiotique : le lien les unissant n'est pas arbitraire et il devient possible d'étudier comment la matérialité numérique de l'inscription des connaissances conditionne leur interprétation. Autrement dit, l'ingénierie des connaissances est autant une vision culturelle et sociale de la connaissance qui permet d'informer la manipulation technique qu'une approche technique et formelle dont on considère les conséquences interprétatives. Construction technique et culturelle, l'ingénierie des connaissances s'articule à la frontière entre nature et culture : récusant tout déterminisme technique (l'outil détermine la connaissance et le comportement social et individuel) et tout déterminisme social (le social et la culture déterminent les choix techniques et les lois scientifiques recherchées et élaborées), l'ingénierie des connaissances thématise sans les confondre ni les fusionner ces deux dimensions. Programmant des systèmes pour lesquels la réalisation doit être formelle, mais les concevant à partir de leur situation et destination culturelles, l'ingénierie des connaissances est un *art* pratique mobilisant des *sciences*, des sciences de la nature et des sciences de la culture. Au croisement des *arts et sciences des inscriptions numériques*, l'ingénierie des connaissances est donc un projet technologique (comment réaliser des outils pour la pensée et l'intelligence) et un enjeu scientifique (quels problèmes scientifiques pose l'ingénierie des connaissances). Le plan de ce chapitre pour mener à bien cette argumentation est le suivant :

- Dans un premier temps, nous abordons la relation entre technique et connaissance, pour argumenter que toute connaissance procède dans sa genèse de l'interprétation et la manipulation d'un support matériel. C'est ce que nous appelons la « théorie du support ».
- Dans un deuxième temps, nous abordons la question du support numérique. Nous tentons de caractériser l'influence que le support numérique exerce sur les connaissances qu'il permet d'exprimer. Nous proposons la notion de « raison computationnelle » à la suite de la notion de « raison graphique » pour caractériser l'influence des supports de l'écriture et de cette technique.
- Enfin, le support numérique devenant un médium universel, nous constatons une profusion d'inscriptions numériques conduisant à une désorientation conceptuelle. Nous étudions cette désorientation dans la mesure où elle révèle une dimension intrinsèque de la cognition humaine dans sa relation aux représentations. Nous proposons la notion de « nature symbolique » pour laquelle nous effectuons une critique de la raison computationnelle.

thèses cognitivistes de l'intelligence artificielle, selon lesquelles détenir une connaissance revient à manipuler une représentation formelle et symbolique dans le cerveau, l'ingénierie des connaissances qui est introduite ici reste agnostique quant à la *nature* des connaissances. L'ingénierie des connaissances n'est plus l'application des sciences cognitives, mais la mise en œuvre de dispositifs numériques pour l'inscription et l'expression des connaissances. Il s'agit donc d'une ingénierie des connaissances au sens d'une ingénierie de contenus et de leur interprétation, et non d'une science de l'intelligence.

1 Inscription et constitution : une théorie du support

La thèse défendue dans ce travail est que l'ingénierie des connaissances a pour objet l'inscription matérielle des connaissances : elle met en place des dispositifs de manipulation des inscriptions en vue de leur interprétation. L'ingénierie des connaissances reçoit donc son appellation d'une métonymie où l'ingénierie des inscriptions de connaissances devient l'ingénierie des connaissances. Pour que cette métonymie soit légitime et productive, il convient qu'il y ait une relation nécessaire et organique entre la connaissance et son inscription.

Une telle relation peut s'aborder selon deux points de vue. D'une part, on constate que les inscriptions de connaissance, en tant que ce sont des objets matériels, peuvent être soumises à des traitements techniques. Autrement dit, quand les connaissances sont inscrites, qu'elles ont été exprimées et explicitées à travers une formulation leur donnant une manifestation physique et matérielle, elles peuvent faire l'objet d'une ingénierie. Ce constat, simple et de bon sens, ne permet pas de justifier pleinement une ingénierie des connaissances, car l'ingénierie ne se portant que sur les connaissances inscrites, et sur la manipulation technique de ces inscriptions, il ne s'ensuit pas qu'une telle ingénierie traite des « connaissances ». Pour soutenir un tel projet, il faut considérer la relation inverse : l'ingénierie des connaissances est légitime dans la mesure où toute connaissance ne peut s'objectiver et se considérer qu'à travers son inscription matérielle. Par conséquent, toute connaissance est d'essence technique dans la mesure où elle correspond à l'interprétation d'une inscription, et que l'inscription correspond à l'individuation de la connaissance.

Pour soutenir une telle thèse, il faut élargir la notion d'inscription à tout ancrage matériel de la connaissance, que ce soit dans le corps biologique, le corps propre, l'environnement, les outils de transformation, d'inscription et d'organisation. Toutes ces inscriptions renvoient potentiellement à une technique qui leur serait propre. L'ingénierie des connaissances est tout particulièrement concernée par l'inscription numérique des connaissances, c'est-à-dire les techniques d'inscription mobilisant le support numérique pour l'expression, la transmission, le partage et l'appropriation des connaissances.

Notre raisonnement est donc le suivant : toute connaissance procède d'une inscription, inscription dont l'élaboration repose sur des procédés techniques. Par conséquent, la connaissance relève d'une approche technique. Cette approche se fait ingénierie quand elle considère un ensemble homogène de procédés techniques, le numérique et l'informatique, pour aborder les différentes dimensions interprétatives de son usage : la connaissance comme fait cognitif, ou comme fait social, ou enfin comme fait culturel et organisationnel.

Cette section a pour objectif de caractériser la relation entre technique et connaissance. Elle procède essentiellement par propositions et définitions dont elle tente de préciser et expliquer la portée. Mais elle ne prétend pas en être la justification argumentative. Il faut plutôt la considérer comme un corps systématique

d'hypothèses, organisant la recherche, dont on abordera dans le cadre de travaux futurs la confirmation, l'infirmité ou bien la modification. Ces travaux seront de trois ordres :

Recherche philosophique, en abordant l'épistémologie et la théorie de la connaissance,

Recherche en information et communication, en étudiant comment les médias et supports de la connaissance, conditionnent et sont conditionnés par la culture, le social et le cognitif ;

Recherche informatique, en étudiant comment construire des systèmes techniques permettant d'une part de mieux comprendre le rôle des artefacts dans la genèse de la connaissance, en introduisant des ruptures dans l'organisation intellectuelle, et d'autre part de prouver leur efficacité pour le travail intellectuel.

1.1 La connaissance, son objet, ses outils

1.1.1 Une définition de la connaissance

Une première difficulté s'annonce dès l'abord de notre programme de travail : quelle caractérisation de la notion de « connaissance » allons nous nous donner pour commencer la réflexion ? Ce problème est difficile car toute définition est un choix qui conditionne voire détermine l'argumentation qui s'ensuivra. Autrement dit, nous sommes condamnés au sophisme et à la pétition de principe, puisque nous partirions de ce que nous voulons démontrer.

Il n'y a pas vraiment de moyen de sortir de cette aporie, sinon de se donner une caractérisation suffisamment vague pour que le cours du raisonnement permette de revenir sur la définition initiale, et de la faire évoluer selon les nécessités du raisonnement. Ce dernier ne sera donc pas linéaire et déductif, mais circulaire et herméneutique, réduisant sans jamais l'annuler l'approximation du discours. Aussi retiendrons-nous pour la connaissance une caractérisation fort générale, neutre quant à sa nature, car fondée sur sa fonction. La caractérisation proposée est la suivante :

Une connaissance est la capacité d'exercer une action pour atteindre un but.

Cette caractérisation appelle quelques commentaires. Fort classiquement³, la connaissance se définit ici par rapport à une action réalisée pour atteindre un but. Mais la connaissance n'est pas seulement cette action, mais la capacité d'exercer ou

³On retrouve le principe de rationalité de Simon et Newell, voir par exemple [Newell, 1990], où l'on peut lire p. 33 : « Rationality Principle : a person acts so as to attain his goals through rational action, given the structure of the task and his inputs of information and bounded by limitations on his knowledge and processing ability. ». La rationalité, c'est mettre en œuvre les moyens adaptés pour atteindre les buts que l'on s'est fixés.

de réaliser cette action. La notion de « capacité » implique que la connaissance est d'ordre idéal, et qu'elle ne coïncide avec aucune des actions réalisées. Par ailleurs, le fait que l'action ne soit pas accomplie n'implique pas qu'il n'y ait pas de connaissance. L'articulation de la connaissance par rapport à un but implique une dimension intentionnelle : un résultat, état du monde, est visé. Le point important est que cet état n'est en général pas réalisé, et par conséquent n'existe pas. On retrouve ainsi encore une fois le caractère idéal de la connaissance puisqu'elle se caractérise par rapport à quelque chose qui n'existe pas. L'idéalité de la connaissance se traduit également par le fait que la capacité de réaliser une action renvoie à la possibilité de *répéter* cette action. La connaissance n'est pas tant en effet de pouvoir exécuter une action, son exécution heureuse pouvant résulter de coïncidences remarquables et de hasards miraculeux, que de pouvoir reproduire l'action. Ce que tout bon pédagogue sait, la connaissance vient avec la répétition⁴. Enfin, précisons qu'il faut entendre des actions et des buts forts variés : ce peut être l'action de démontrer un théorème, d'enfoncer un clou, écrire un mémoire, etc. Cette caractérisation est suffisamment vaste pour fonctionner à la fois pour les actions du corps, de l'esprit, ou enfin de corps complexe comme la société.

1.1.2 L'objet de la connaissance

Toute connaissance est connaissance de quelque chose, d'un *objet*. Comment définir ce dernier ? Nous caractérisons l'objet d'une connaissance comment étant le corrélat d'une connaissance, ou autrement dit, comme le *corrélat d'une action possible*. Un objet n'existe que que dans la mesure où il est possible d'agir sur lui. Cette action peut évidemment être théorique : un objet existe car on agit sur lui en pensée. Souvent d'ailleurs, on aimerait que les actions en pensée renvoient à des objets réels dans le monde matériel, confondant les distinctions de mots et les distinctions de choses. Mais, si avec Ockham [Biard, 1997] on peut revendiquer nettement leur séparation, on peut ne pas en conclure, contrairement à lui, que toute distinction de mots n'est que pur verbalisme. Caractériser les objets comme le corrélat d'action est particulièrement attesté en pratique dans les domaines possédant un arsenal technologique : la médecine, l'ingénierie, les mathématiques (avec ses outils de démonstration) ; un objet que l'on ne sait pas comment aborder avec les outils disponibles ne possède pas de consistance ontologique.

Par conséquent, un objet ne se définit pas par rapport à un ordre ontologique de référence préfixé, mais pour un horizon d'actions possibles. L'objectivité n'est pas une théorie sur l'être, mais la caractérisation des actions du point de vue de *ce*

⁴L'être vient avec la répétition : exister, c'est être répétable, que ce soit la persistance comme répétition d'une présence constatée, ou que ce soit la répétition d'une conséquence à partir d'une cause. L'évanescence renvoie à l'illusion et l'apparence. Comment savoir en effet à quoi nous avons à faire en face d'un événement unique, non répétable ? Indépendamment de tout moyen de répéter cet événement, de le reproduire d'une manière ou d'une autre (de le reproduire en lui-même, ou en produire une représentation que l'on sait répéter et transmettre comme le récit d'un événement), il reste inassignable. Cela explique pourquoi les objets temporels, qui n'existent que comme flux dans le temps, comme les sons, sont si difficiles à caractériser et leur maîtrise correspond à la mise au point de méthode de représentation permettant de les produire ou reproduire.

sur quoi on agit. Ainsi deux objets seront identiques s'ils sont corrélés aux mêmes actions d'une pratique donnée. Une pratique est en effet l'organisation, plus ou moins rationalisée, de différentes actions qui peuvent être entreprises pour réaliser des actions et atteindre des situations homogènes entre elles. L'homogénéité peut provenir de l'identité des acteurs, du contexte, etc. Cela implique que l'objectivité est toujours relative à une pratique, comprise comme un système d'actions possibles.

1.1.3 Les connaissances théoriques et pratiques et leurs objets

On peut distinguer des connaissances pratiques et des connaissances théoriques. Les premières correspondent à des connaissances pour lesquelles l'action associée renvoie à une activité dans le monde matériel. Autrement dit, la connaissance pratique porte sur une modification physique et matérielle du monde. La connaissance théorique correspond quant à elle à une explicitation dans un code de communication. C'est une activité non pas dans le monde matériel mais dans le monde des représentations. La connaissance théorique porte sur une modification non du monde mais de notre représentation du monde.

Une connaissance pratique renvoie à la notion habituelle de « savoir faire ». Ce peut être le fait de savoir enfoncer un clou, faire du vélo, etc. A une connaissance pratique est corrélé un objet pratique, ce sur quoi porte l'action pratique.

La connaissance théorique caractérise le fait que bon nombre des objets matériels nous entourant n'existent pas pour ce qu'ils sont, mais pour ce qu'ils représentent. En effet, l'encre imprimée sur le papier ne nous concerne pas du fait de sa nature matérielle physique mais du fait que sa forme signifie des mots empruntés à la langue. Ces objets sont dits « intentionnels » car ils se rapportent à autre chose que ce qu'ils sont eux mêmes. Le fait qu'ils soient des « objets » signifie qu'ils sont le corrélat d'actions possibles. Or ces objets sont intentionnels car le corrélat des actions associées aux connaissances pratiques n'est pas l'objet lui-même mais ce qu'il représente, ou plutôt c'est l'objet considéré depuis ce qu'il représente. Que peuvent être les connaissances théoriques ? Ce sont les connaissances nous permettant de produire ou reformuler des énoncés dans un code de communication. Par exemple :

- quand on passe de la pratique et de ses connaissances à sa formulation et description langagière ; c'est une théorisation de la pratique qui correspond à une activité théorique : ainsi il ne suffit de savoir faire quelque chose (et donc de disposer de la connaissance correspondante) pour être capable de l'expliquer de manière compréhensible. La connaissance correspondant à la capacité d'explicitation est donc bien différente de celle correspondant à la capacité de réalisation.
- quand on passe d'un texte à sa paraphrase ; selon en effet les théories sémantiques et cognitives, lire ou comprendre correspondent à une reformulation du texte lu dans les propres termes du lecteur. En reformulant ce qu'il lit dans son propre univers (ou code) de communication, le lecteur s'approprie

au sens strict, en se rendant propre à lui-même, le contenu appréhendé. On peut, dans cette perspective noter que le lecteur, reformulant dans ses termes le texte lu, se reformule lui-même, et que par conséquent il se lit en lisant le texte. Si bien que le lecteur se découvre lui-même en lisant autre chose, et qu'il devient lui-même en prêtant sa pensée et sa conscience à un contenu venu d'ailleurs : l'identité résulte de l'altérité.

- enfin, quand on passe de l'énoncé d'un problème à l'explicitation de sa solution, c'est l'activité habituelle de résolution de problèmes. Il a souvent été noté, en particulier dans les travaux de [Laurière, 1987] que l'essentiel de la résolution de problème est d'abord une capacité de reformulation du problème dans un forme où des règles habituelles de résolution pourront s'appliquer. Par ailleurs la résolution proprement dite correspond à des réécritures dans un espace de représentation.

Que peuvent être les objets théoriques? Les objets théoriques, corrélats des connaissances théoriques, ne sont leurs corrélats qu'en tant qu'ils représentent quelque chose, car exprimés dans un code de communication. Par conséquent, l'objet théorique ne sera pas l'énoncé dans lequel consiste l'explicitation résultant de la connaissance théorique, mais ce qu'elle vise ou représente. Mais comment caractériser ce qui est représenté par une explicitation dans un code de communication?

D'une certaine manière, il est impossible de caractériser directement un objet représenté par des énoncés, car il est impossible de l'atteindre immédiatement, c'est-à-dire sans la médiation d'un énoncé qui le représente. L'accès direct étant interdit, il faut s'en tenir à une caractérisation intermédiaire stipulant qu'un objet théorique, représenté par des énoncés, correspond à l'ensemble des énoncés qui se réécrivent les uns les autres. Ainsi, le nombre 2 correspond à tous les énoncés qui en explicitent le contenu ou des propriétés. Lorsqu'un nouvel énoncé est formulé à son propos, et qu'il est accepté car conforme aux règles d'énonciation du code adopté (ici, la démonstration mathématique), la nature de l'objet change. On pourra dire que l'objet évolue, mais en réalité c'est plutôt notre connaissance qui évolue et par conséquent l'objet qui lui est associé. Selon nous, cette question est indécidable, et après tout, peu intéressante. Retenons plutôt que tout nouvel énoncé modifie potentiellement ce dont il parle, en réarticulant le tissu énonciatif qui ensère l'objet théorique⁵.

Pour conclure cette section, précisons la notion de « code de communication ». Un code de communication précise comment des formes matérielles peuvent être

⁵Cette posture peut être rapprochée d'antécédents illustres. Ainsi Frege proposa-t-il de caractériser les nombres entiers comme les classes d'équivalence des ensembles équinombrables [Frege, 1969]. Le nombre n'est donc pas atteint directement, mais rapporté à des entités dont il est dérivé, les ensembles. Notre caractérisation est cependant plus lâche : les énoncés ne constituent pas de classes d'équivalence que l'on pourrait identifier aux objets qu'ils représentent. En effet, les énoncés se réécrivent entre eux moyennant des parcours interprétatifs. Or il en est de l'interprétation comme de la relation de ressemblance : ce n'est pas une relation transitive, donc une relation d'équivalence. Si l'énoncé A interprète l'énoncé B qui lui-même interprète l'énoncé C, cela n'implique pas que A interprète C au sens où ils visent le même « objet ».

assemblées pour faire sens pour un interprétant⁶. Un code de communication dépend d'un support matériel et des formes qui peuvent s'y inscrire. Le code permet de communiquer dans la mesure où les formes matérielles donnent lieu à des réinterprétations par un interprétant visé comme le destinataire. Ces réinterprétations permettent au destinataire d'établir une réinscription qui explicite un sens supposé exprimé par l'auteur ou source de la communication.

1.1.4 Connaissances tacites et explicites

Non seulement les connaissances peuvent être théoriques ou pratiques, mais elles peuvent aussi être tacites ou explicites. Par connaissances tacites, nous entendons les connaissances qui ne sont pas l'objet de connaissances théoriques. Autrement dit, puisqu'une connaissance théorique a pour essence d'explicitement un contenu dans un code de communication, une connaissance tacite ne fait l'objet d'aucune explicitation en un quelconque code. Les connaissances explicites sont alors les connaissances faisant l'objet d'une connaissance théorique : elles ont fait l'objet d'une explicitation.

Cette distinction tacite/explicite, usuelle dans la littérature sur le *knowledge management* [Nonaka, 1999, Nonaka and Takeuchi, 1995], traduit que bon nombre de nos connaissances ne sont jamais thématiques ni considérées explicitement. Elles n'en sont pas moins des connaissances, selon nos définitions, et selon une acception de plus en plus répandue : elles correspondent à un savoir-faire, transmissible, reproductible, mais selon des modalités que la tradition *scientifique*, autrement dit, la tradition du savoir (de *scire* savoir), ignore.

La tendance naturelle de l'investigation du savoir est d'explicitement par des connaissances théoriques notre rapport au monde et la compréhension que nous en retirons. La question de savoir s'il est possible d'explicitement totalement et complètement cette compréhension surgit. La réponse qu'il faut donner est qu'une explicitation complète est impossible et qu'il demeure toujours un reste, un reliquat, de connaissances tacites.

Pour le montrer, il faut tout d'abord remarquer qu'une connaissance théorique n'est pas obligatoirement explicite. En effet, une connaissance théorique correspond à une action d'explicitation. L'explicitation est le *résultat* de l'action, non son *principe*. Par conséquent, l'explicitation comme processus peut rester non thématique et ne fait elle-même l'objet d'aucune explicitation particulière. Ainsi, le mathématicien qui, par définition de son activité, produit des énoncés théoriques, n'a-t-il souvent que fort peu de lumières sur la manière dont il procède et il se montre parfois bien embarrassé d'explicitement les connaissances théoriques, non pas qu'il a produites, mais qu'il a mises en œuvre.

Or, l'explicitation correspond par définition à la mise en œuvre de connaissance

⁶Nous prenons interprétant non pas au sens de Peirce, mais au sens intuitif de personne qui interprète.

théorique, qui par défaut sont tacites. Si elles deviennent explicites, c'est qu'elles font l'objet de connaissances théoriques autres, mises en œuvre par ailleurs, et qui sont elles-mêmes tacites. Et ainsi de suite. L'explicitation conduit donc à une régression à l'infini. Puisque l'infini ne nous est pas accessible, il reste donc toujours des connaissances théoriques tacites. Par conséquent, les connaissances tacites se répartissent en deux groupes :

les connaissances pratiques tacites : c'est le cas de la plupart des connaissances pratiques, telles que nous les mettons en œuvre dans notre quotidien. Elles quittent leur caractère tacite lorsqu'il faut soit les améliorer, ou les transmettre. C'est respectivement le cas des systèmes techniques, dont le devenir est tendu vers une maîtrise effective sans cesse perfectionnée (cf. Simondon dans [Simondon, 1989]), et des traditions, si on définit une tradition par sa capacité à transmettre⁷.

les connaissances théoriques tacites : notre remarque précédente montre qu'il en existe toujours. Leur existence repose *in fine* sur le fait que l'explicitation est un processus en lui-même tacite.

1.2 Connaissance et technique

La connaissance, comme capacité à accomplir une action pour atteindre un résultat visé, peut rencontrer dans l'environnement des éléments permettant de faciliter et piloter sa réalisation. Ces éléments, quand ils constituent une partie structurelle de l'environnement, sont ce que nous appelons technique. La technique se définit ainsi de la façon suivante :

est technique tout ce qui, par sa structure matérielle, prescrit et commande la réalisation d'actions possibles.

L'environnement comprend des structures matérielles, présentant des saillances [Gibson, 1979, Hutchins, 1994] pour notre système perceptif et sensorimoteur. Ces saillances suggèrent des actions au détriment d'autres. L'environnement prescrit ainsi des actions possibles : or, selon nos définitions, la capacité de réaliser une action possible est une connaissance ; l'environnement permet de mettre en œuvre des connaissances en réalisant les actions qui les définissent. Cependant, l'environnement ne contient pas au sens strict de connaissance, car ces structures matérielles ne déterminent pas de manière absolue l'exécution des actions associées, mais simplement en facilite la réalisation : il est toujours possible de ne pas les exécuter ou d'en faire d'autres. Il ne s'agit donc pas de détermination, mais de sur-détermination, c'est-à-dire de conditionnement : la structure matérielle joue ainsi le rôle d'une condition de possibilité pour une action.

⁷A cet égard, la tradition ne s'oppose pas aux systèmes techniques, qui donnent lieu à leurs propres modes de transmission, ritualisation et tradition.

ENCADRÉ 3.1 – *La société et le déterminisme technique*

Essentiellement deux attitudes permettent d'envisager le déterminisme de la technique à l'égard de la société :

Le déterminisme technique selon lequel la technique détermine l'évolution de la société et la transformation des modes de pensées. Cette posture se rencontre notamment en histoire, où l'on montre comment l'évolution de la technique d'attelage bouleverse la société et l'économie [Lefèbvre des Noëttes, 1931], ou comment l'invention de l'étrier change les techniques militaires, et les catégories sociales [White, 1962], et en sociologie des médias, où notamment le courant médiologique [Debray, 1991, Debray, 2000] soutient des thèses déterministes sur l'influence des supports de transmission, à la suite du célèbre *Medium is Message* de Marshall McLuhan [McLuhan, 1968]. Le déterminisme technique reste une question d'actualité [Smith and Marx, 1994] même si des travaux importants ont depuis longtemps nuancé l'articulation entre technique et société : [Bloch, 1935] suggère à partir d'une étude sur les moulins à eau que l'attelage est davantage une conséquence qu'une cause d'une mutation sociale, la société étant prête à adopter une telle innovation ; [Eisenstein, 1991] relativise le lien majeur et indéniable entre support de communication et conséquences culturelles, en montrant la complexité des facteurs.

La neutralité technique selon laquelle la technique n'intervient en rien dans l'évolution des mentalités et de la société. Ainsi [Wolton, 1997], ainsi que [Wolton, 2001], soulignent que, malgré les innovations techniques et les progrès matériels indéniables, les conditions fondamentales de la communication ne changent pas, et il s'agit de critiquer la promesse technique depuis ces conditions.

Si la structure matérielle de l'environnement n'est pas la connaissance, elle en est la marque, ou l'*inscription*, puisqu'elle permet à l'action de se réaliser de manière plus directe et systématique. Le pouvoir de répéter l'action, consubstantiel à la connaissance, est délégué à l'environnement, déchargeant la conscience humaine du savoir lié à l'action, puisqu'il suffit de suivre les prescriptions de l'environnement pour savoir quelles actions exécuter et comment.

La technique peut donc se définir comme *l'inscription matérielle des connaissances*. Inscription, parce que la structure de l'objet matériel qu'est l'inscription est isomorphe pour un certain point de vue à la connaissance associée. L'origine d'un tel isomorphisme est aisé à percevoir : il n'existe pas du fait d'une coïncidence miraculeuse entre notre cognition et notre environnement, mais tout simplement parce que nos connaissances se sont constituées en fonction des structures matérielles proposées par l'environnement. Les connaissances sont par conséquent induites par les structures matérielles qui peuvent en être l'inscription. Brutalement exposée ici, cette thèse est fondamentale : elle postule en effet que la connaissance n'est pas le fruit d'une spéculation mentale indépendante du monde matériel, mais

procède directement de notre environnement matériel en tant qu'il propose une structure technique, c'est-à-dire des prescriptions à agir et à répéter les mêmes actions.

Il ne s'agit donc pas d'un simple matérialisme, puisque l'environnement doit être non seulement matériel mais aussi technique pour qu'il y ait prescription d'actions, et par conséquent inscription de connaissance. La question est alors de déterminer un critère de démarcation entre un environnement matériel et un environnement technique. Autrement dit, comment peut-on savoir que l'on a faire à un environnement technique, prescrivant des actions répétables, ou à un environnement matériel, qui ne prescrit rien en particulier, pour lequel toute action est possible mais aucune n'est particulièrement répétable ? La réponse est qu'il n'existe aucune solution ou principe de démarcation. En effet, l'action prescrite et répétable n'est telle qu'à partir du moment où une conscience s'empare de cette prescription pour la suivre. Ainsi, pour un même environnement donné, il sera technique pour celui qui s'en sert comme tel, et matériel pour celui qui l'ignore. Cela implique qu'il n'y a de connaissances constatées que pour celui qui en dispose déjà. Ces thèses pourraient renvoyer à un déterminisme technique (cf. encadré 3.1), à l'opposé d'un déterminisme social souvent défendu (cf. 3.2) ; mais la théorie du support assume une position intermédiaire entre déterminisme technique et social (cf. encadré 3.3).

ENCADRÉ 3.2 – *La technique et le déterminisme social*

La société et la culture peuvent ne pas être déterminée par la technique mais au contraire infléchir ses choix, voire les constituer, faisant de la technique un fait intégralement social et culturel. On peut distinguer ainsi :

Le déterminisme social selon lequel les choix et développements techniques ne sont effectués et adoptés seulement que selon des critères sociaux, essentiellement pour permettre de reproduire des schémas existants, ou pour conforter une domination. Dans une version plus sociologisante, la technique elle-même (et non les choix techniques) est un fait social : « Le point central n'est pas qu'on donne au social un statut spécial *derrière* la nature. Au contraire, on affirme qu'il n'y a rien d'autre que le social : des phénomènes naturels contruits socialement, des intérêts sociaux construits socialement, des artefacts construits socialement, etc. » [Pinch and Bijker, 1989], cité par [Flichy, 1995, p.86].

La technique comme construction sociale, thèse selon laquelle la technique est une construction sociale : il faut rapporter l'objectivité scientifique et la démonstration, formelle ou expérimentale, à des comportements et conventions sociaux. On retrouve en particulier les travaux de B. Latour [Latour, 1989]. L'enjeu n'est pas de subordonner la technique au social, ou réciproquement, mais d'observer sans hiérarchie prédéfinie leurs influences réciproques.

1.2.1 Tout dispositif technique est une mnémotechnique

Une telle affirmation découle des argumentations menées plus haut. En effet, puisque la structure matérielle de l'environnement permet de répéter une action, elle en est une mémorisation. L'environnement, qui se fait alors technique, se souvient comment réaliser une action. En prescrivant l'action, il la mémorise. Ce fait est général à tout dispositif technique. Mais il est particulièrement thématiqué dans les dispositifs techniques liés à la sécurité : par exemple, toute cisaille électrique, pour éviter tout accident, contraint son utilisateur à appliquer ses deux mains sur la poignée ; plutôt que de charger la conscience de l'utilisateur de la connaissance de tenir ses mains éloignées des lames cisailantes, il vaut mieux en charger l'outil lui-même, permettant ainsi à l'utilisateur de se concentrer mentalement à la forme qu'il taille.

1.2.2 Toute connaissance est d'origine technique

Selon les définitions et argumentations précédentes, il est évident que toute technique est connaissance, ou, de manière exacte, l'inscription matérielle d'une connaissance. Ainsi, par métonymie peut-on affirmer que toute technique est connaissance. Cependant, la réciproque n'est nullement impliquée et paraît même, de prime abord, fautive : en effet, toute connaissance n'est pas d'origine technique.

Nous mènerons une argumentation philosophique fondée sur la théorie kantienne de la connaissance pour montrer néanmoins que, selon nos thèses, toute connaissance procède d'une genèse technique. Cependant, nous pouvons dès à présent le prouver à l'aide des notions présentées jusqu'ici. La connaissance est le pouvoir de répéter une action, de là provient son caractère idéal et pas seulement matériel. Mais, pour qu'il y ait répétition, il faut qu'il y ait mémoire du même. Or, il ne peut y avoir mémoire que s'il existe une persistance matérielle dans l'environnement permettant de reproduire le même. En effet, pour qu'il y ait mémoire, il faut qu'il y ait une persistance dans le temps, c'est-à-dire une structure spatiale définie indépendamment du temps. Or, selon nos définitions, toute structure matérielle prescrivant une répétition est d'ordre technique. Par conséquent toute connaissance n'est possible qu'en tant qu'elle dépend de la technique puisque toute mémoire est technique. La mémoire peut être interne, et reposer sur le corps propre, ou externe, et renvoyer à des instruments, spécialement façonnés ou non. Cela revient à considérer que le corps propre est un objet technique, objet particulier sur le statut duquel il conviendra de revenir.

1.3 Les corrélats techniques de la connaissance

La connaissance n'est accessible qu'à travers une médiation technique qui, d'une part la mémorise, et d'autre part permet son appropriation par la prescription qu'elle effectue d'une action à réaliser. Différentes classes de techniques et de

ENCADRÉ 3.3 – *La théorie du support, entre technique et société*

Entre déterminisme technique et neutralité, la théorie du support argue que les dispositifs et innovations techniques modifient les conditions de possibilité de la pensée et des échanges sociaux. Cette modification n'est pas une détermination : il n'y a pas de couplage nécessaire entre une innovation technique et une mutation cognitive, culturelle ou sociale. La technique fonctionne comme moteur du changement, modifiant à la fois la réalité mais aussi les critères d'évaluation de la réalité.

Neutralité ou déterminisme technique donnent lieu à des condamnations et défenses de la technique. Une nature humaine, définie indépendamment de la technique, se verrait corrompre par la technique [Ellul, 1954]. Selon la théorie du support, la technique fait partie de la nature humaine [Stiegler, 1994], il n'y aurait donc ni à la blâmer ni à la louer, mais à comprendre sa dynamique et son rôle constitutif de la nature de l'homme : l'homme, d'ailleurs, n'ayant plus une nature, mais seulement une histoire, puisque la technique se transforme et le transforme sans cesse. Sans origine, sans devenir tracés d'avance par une nature, l'homme se construit techniquement et socialement son histoire.

connaissances se constituent :

- le savoir-faire, que l'on peut associer emblématiquement au geste, renvoie l'inscription du geste dans l'outil : l'outil programme ou plutôt prescrit, suggère, le geste.
- le savoir-produire, que l'on peut associer emblématiquement au processus, renvoie l'inscription du processus dans la machine : la machine reproduit et accomplit le processus ;
- le savoir-penser, que l'on peut associer emblématiquement à la reformulation, renvoie l'inscription de la pensée dans le document : textuel, sonore, etc.

Le savoir-produire peut être compris comme une extension du savoir-faire : le séquençage des gestes à produire s'autonomise en un processus confié à un mécanisme. Ce qui permet d'aboutir à deux grandes classes techniques : le savoir-faire et le savoir penser. Au savoir faire correspondent les objets techniques que nous appellerons « instruments » : un instrument est un outil technique qui programme le geste. Au savoir-penser correspondent les objets techniques que nous appellerons « inscriptions ». Une inscription est un objet technique qui programme la pensée.

Le savoir-penser, le plus important pour nos investigations dans la perspective d'une ingénierie des connaissances comprise ingénierie des outils intellectuels, mérite quelques précisions. Il sous-entend que l'inscription de la pensée dans des documents permet à la pensée d'actualiser dans la conscience une parole, comme s'il existait un langage de la pensée. Ce thème a connu des fortunes diverses et possède une tradition fort riche et dense. Nous ne défendrons pas ici la thèse du

langage de la pensée, mais soutiendrons que la lecture des documents ou inscriptions matérielles permettent de produire des inscriptions dans l'esprit. La lecture est alors une dynamique de réinscriptions, d'une inscription matérielle vers une inscription mentale, l'écriture correspondant à l'opération inverse : de l'inscription mentale vers une inscription matérielle.

Cette dynamique de réinscription ne nécessite pas la thèse du langage de la pensée. En effet, cette thèse, remontant à la fois à Saint Augustin, mais dont le plus brillant représentant est Guillaume d'Ockham [d'Ockham, 1993, Spade, 1996], consiste dans les affirmations suivantes :

- la pensée est structurée comme un langage : elle possède son lexique et sa syntaxe.
- les unités des langues parlées signifient les signes mentaux composant le langage de la pensée.

Dans sa version contemporaine, principalement défendue par Jerry Fodor (dont le rapprochement avec Ockham a été explicitement souligné et défendu par Panaccio [Panaccio, 1991]), la thèse du langage de la pensée devient computationnelle [Fodor, 1975]. Le langage répond à la condition de formalité : deux représentations sont sémantiquement distinctes si et seulement si elles sont formellement distinctes. Une des conséquences de ces thèses est que le langage est sa propre sémantique : les termes des langages parlés signifient les termes du langage de la pensée, qui sont la pensée elle-même. De ce fait, il n'est pas nécessaire de chercher une signification au delà du langage lui-même, sa sémantique lui est immanente. C'est pourquoi d'ailleurs Fodor indique qu'il n'est pas nécessaire de chercher une sémantique au langage de la pensée, et que son étude syntaxique et formelle suffit à en dégager les structures et le fonctionnement.

Notre conception présentée ici, reprenant nos conclusions de [Bachimont, 1996], soutient que la conscience n'est qu'une pure dynamique de réinscription, ne possédant aucune intériorité propre. Puissance interprétative, la conscience est pure intentionnalité, c'est-à-dire pur renvoi vers le dehors, vers l'altérité. Ainsi, toute interprétation d'une inscription menée par la conscience ne consiste-t-elle pas en une intériorisation du sens de l'inscription, mais en une réinscription de cette première inscription en une seconde, mentale celle-ci. Mais, et c'est le point important, cette inscription mentale n'est pas dans la conscience, et lui est extérieure tout comme l'inscription matérielle. L'extériorité de l'inscription mentale renvoie à l'extériorité du corps propre pour la conscience : extérieur à la conscience, il entretient avec elle un rapport privilégié cependant qui le distingue radicalement des autres supports externes, supports d'inscriptions matérielles. Il convient donc de parler d'inscriptions corporelles pour les opposer aux inscriptions matérielles, et abandonner la notion d'inscriptions mentales, trop sujette à confusion. On a ainsi trois positions fondamentales :

une transcendance ou extériorité matérielle correspondant aux inscriptions ou instruments situés dans l'espace externe et environnant le corps propre ;

une transcendance ou extériorité corporelle correspondant aux inscriptions possédant le corps propre comme support ;

aucune intériorité : la conscience ne recèle pas d'intériorité dans la mesure où elle n'est qu'une pure dynamique intentionnelle, s'appuyant sur une inscription corporelle (extériorité corporelle) ou une inscription matérielle (extériorité matérielle) pour l'interpréter et produire une nouvelle inscription.

Le corps propre est un support particulier dans la mesure où :

- il est vivant ; soumis à rythme propre d'évolution, le corps impose aux inscriptions qu'il supporte sa plasticité vivante. C'est la raison pour laquelle ce support est souple, mais peu durable : non pas qu'il se corrompe, comme de vieux parchemins humides, mais parce qu'il se transforme, que ce soit pour accueillir de nouvelles inscriptions, ou pour suivre son propre rythme d'évolution biologique. Les inscriptions corporelles sont autant de palimpsestes, proposant à la dynamique réinterprétante de la conscience une matière vivante.
- il est privé ; le corps propre est *propre* ; masquées aux regards d'autrui, les inscriptions corporelles ne sont accessibles qu'à la conscience. Inscriptions permettant la mémorisation, elles ne peuvent être partagées. Elles doivent pour cela être réinterprétées en un code de communication véhiculée par un support relevant de l'extériorité matérielle.

L'inscription corporelle n'est pas un langage mental, puisqu'elle n'est ni langage, ni mentale. Ce n'est pas un langage dans la mesure où, tout comme les inscriptions documentaires, elle ne constitue pas un langage au sens propre, mais seulement dérivé. Elle n'est pas mentale dans la mesure où elle serait *dans* la conscience ou l'esprit, puisque la conscience n'a pas d'intériorité, elle ne peut rien contenir.

Par conséquent, l'esprit est toujours confronté à une relation privilégiée avec le corps propre comme objet technique. Le corps propre prescrit des réinscriptions, surdétermine des comportements. Par l'entraînement et l'exercice, la conscience peut faire évoluer les inscriptions corporelles pour améliorer son rapport à l'environnement matériel.

1.4 La théorie du support en quelques thèses

Cette section a pour but de rassembler en quelques thèses essentielles l'argumentation menée jusqu'ici. Cette dernière vise à constituer une « théorie du support ». Cette théorie s'inscrit dans une conception de la connaissance et de la technique qui n'a pas tant pour fonction de constituer une théorie définitive de la cognition et de la connaissance que de fournir des points de repère et des orientations selon lesquelles continuer les investigations. Ces thèses sont donc à prendre selon un double point de vue : elles doivent d'une part rendre compte des nombreuses intuitions que nous avons sur ce qu'est la connaissance, notre rapport à notre environnement technique, intuitions largement façonnées par le voisinage des sciences et technologies cognitives. Elles doivent d'autre part permettre de fixer une orientation pour continuer les recherches et cumuler les résultats théoriques et expérimentaux.

Comme son nom l'indique, la notion centrale de la théorie du support est le « support ». Par support nous entendons support d'inscription. Une inscription correspond à une forme inscrite sur / dans un substrat matériel. Or, et c'est là le point essentiel, les propriétés de l'inscription dépendent des propriétés du support, ce que l'on peut résumer par la thèse suivante :

les propriétés matérielles du support d'inscription conditionnent l'intelligibilité de l'inscription.

La thèse est donc que l'interprétation de l'inscription, ou le sens qu'on lui accorde, dépend de sa structure matérielle et de ses propriétés physiques. La matérialité du support pré-détermine, conditionne, le sens que l'on peut accorder à une inscription. Les propriétés matérielles du support doivent être considérées sous un double aspect : d'une part, il s'agit du substrat matériel dans lequel les inscriptions seront portées. C'est par exemple le papier et l'encre, sa structure de *codex* ou de *volumen*, etc. D'autre part, il s'agit des formes matérielles inscrites dans le support. Ces formes matérielles ne sont pas quelconques : elles doivent constituer un code et leur manipulation doit être compatible avec les propriétés du support. Ainsi, l'inscription subit-elle une double contrainte matérielle : le format des formes matérielles et le substrat d'inscription. Substrat et format sont donc les deux dimensions sous lesquelles considérer l'influence du support sur l'intelligibilité de l'inscription.

La théorie du support reprend les thèses de la conception de la technique exposée plus haut. Toute connaissance, comprise comme la capacité d'effectuer une action possible, s'inscrit matériellement dans un support technique, dont la structure physique prescrit son usage et les actions correspondantes. Prescrivant des actions qu'il rend possible, l'objet technique est l'inscription matérielle de connaissances. Par conséquent, tout objet technique est le support d'une connaissance dont il prescrit les actions associées. La théorie du support est une théorie de l'inscription matérielle des connaissances.

Toute connaissance renvoie à une inscription technique qui en révèle la possibilité et permet sa genèse. En effet, une connaissance n'existe en tant que telle que s'il existe un objet technique correspondant. Une connaissance n'est pas en effet un objet idéal, renvoyant à un univers d'êtres intelligibles. Une connaissance est simplement l'abstraction d'une classe d'actions. Cette abstraction renvoie au support comme à sa possibilité. Cette possibilité est comprise comme possibilité de sélection et de répétition : l'objet technique prescrit une action particulière plutôt qu'une action quelconque, car sa structure matérielle, par sa forme, suggère spontanément une action privilégiée. C'est la raison pour laquelle l'objet technique mémorise une connaissance, car il permet d'accomplir l'action associée même si on a oublié cette connaissance.

Les actions procédant des objets techniques peuvent être de deux natures : des actions de transformation dans le monde des choses ou des actions d'explicitation

ENCADRÉ 3.4 – *Les thèses de la théorie du support.*

La théorie du support s'articule autour de la thèse centrale suivante :

Les propriétés du substrat physique d'inscription, et du format physique de l'inscription, conditionnent l'intelligibilité de l'inscription.

Elle comprend en outre les thèses suivantes :

1. une connaissance est la capacité d'effectuer une action dans un but donné.
2. un objet technique prescrit par sa structure matérielle des actions. L'objet technique est l'inscription matérielle d'une connaissance.
3. toute connaissance procède d'une genèse technique. Seule la répétition, prescrite par les objets techniques, de l'action permet d'engendrer la connaissance comme *capacité à exercer une action possible*.
4. la connaissance, engendrée par la technique, prescrit une transformation dans le monde des choses (l'objet technique est alors un instrument) ou une explicitation dans le monde des représentations (l'objet technique est alors une inscription sémiotique).
5. une pensée est une reformulation effectuée par la conscience sur le support corporel qu'est le corps propre. Penser, c'est s'écrire. Toute pensée, comprise comme reformulation a pour cible de réécriture le corps propre, et comme origine, le corps propre ou une inscription externe quelconque.
6. la conscience est un pur dynamisme intentionnel, source des ré-écritures considérées comme des interprétations et non comme un mécanisme.

dans le monde des représentations. Le terme de « monde » n'est pas à prendre dans un sens trop strict. En particulier, ces mondes ne sont pas étanches, et comprennent des objets communs. Seul change le regard que l'on a sur eux. Une chose est une chose quand elle est considérée de manière non intentionnelle, c'est-à-dire pour ce qu'elle est elle-même, et non pour ce qu'elle n'est pas, parce qu'elle renvoie à autre chose que ce qu'elle est. Une chose est une représentation quand elle est considérée de manière intentionnelle, quand elle est considérée en fonction de ce à quoi elle renvoie. Par conséquent, un même objet peut être une chose ou une représentation.

Les objets techniques qui prescrivent une action dans le monde des choses sont des *inscriptions instrumentales* ou *instruments*, et des *inscriptions sémiotiques* quand ils prescrivent des actions dans le monde des représentations.

Toute action dans ce cadre est une espèce de réécriture ou reformulation, au sens large. S'il s'agit d'une action de transformation, l'objet technique prescripteur favorise la production d'une nouvelle chose, qui à son tour devient prescriptive d'autres transformations possibles. La question est de savoir s'il peut exister des choses purement choses, qui ne soient pas des objets techniques. Ces choses seraient brutes, sans actions privilégiées possibles. D'un certain point de

vue, la réponse est positive. En effet, il est facile d'imaginer des objets qui soient neutres, qui ne renvoient à rien en particulier. Mais, en revanche, comment peut-on percevoir de tels objets ? Peut-on percevoir ce qui est totalement inutile, c'est-à-dire ne renvoyant à aucun système d'actions en particulier ? La réponse est alors non. On ne peut percevoir que ce qui est manipulable. L'une des vertus des œuvres d'art, signalées en tant que telles par leur auteur, est de donner à voir des objets sortis de leur usage technique. Ainsi, la vertu du tableau n'est pas de donner à voir une réalité devant laquelle il s'effacerait, mais de se montrer comme regard, indépendamment de son utilité comme reproduction. Le XX^e siècle a d'ailleurs inventé des formes artistiques détournées de leur contexte de production et d'usage, les montrant dans leur choseité brute, ce qui ne manque pas de plonger le chaland dans la plus profonde perplexité : quel sens donner à cet objet d'art alors que le geste artistique de l'auteur a précisément consisté à annuler ses significations usuelles ?

L'environnement ne comprend donc pas de choses, mais que des objets techniques. Nous vivons dans un monde d'objets qui s'adressent à nous à travers les actions dont elles sont le support. Comme le rappelle souvent F. Rastier, l'homme est un animal sémiotique : tout pour lui fait sens, ou alors n'existe pas. Et un objet fait sens quand il oriente notre action, lui donne une direction, un sens, et nous permet d'agir et donc d'exister⁸.

Dans ce contexte, qu'est-ce qu'une pensée ? Une pensée est une action d'inscription sur le corps propre comme support. Penser, c'est s'écrire, ou encore se ré-écrire. Une pensée n'est donc pas un être idéal flottant dans l'éther de la conscience, mais un processus dynamique de réinscription. Par ailleurs, la source d'une pensée est elle-même conditionnée par un objet technique qui la prescrit. Cet objet technique peut être une inscription corporelle, ou une inscription matérielle. Par conséquent, il ne peut exister de pensée sans inscription corrélée, inscription corporelle comme cible, et une inscription matérielle ou corporelle comme source. Toute pensée possède un ancrage matériel, sans pour autant s'y réduire. En effet, une inscription corporelle ou matérielle n'est pas en soi une pensée. Il ne suffit pas qu'il y ait une inscription pour qu'il y ait une pensée. Pour cela, il faut que l'inscription soit interprétée. Par interprétation, il faut comprendre une ré-écriture : interpréter, c'est reformuler une inscription à travers une autre inscription. La pensée n'est pas le résultat de l'interprétation, mais le processus même de l'interprétation. Penser, c'est produire une inscription à partir d'une inscription. Comprendre, c'est reformuler une inscription.

Enfin, la pensée actualise une signification possible d'une inscription. Reprenant les considérations de F. Rastier [Rastier, 1991] pour lequel le sens d'une unité

⁸Von Üxküll [Uexküll, 1934], cité dans [Clément et al., 1997], a proposé de distinguer pour une entité vivante entre son environnement et son arrière monde. L'environnement se compose des objets qui entraîneront une interaction avec cette entité. Le reste n'existe pas pour elle. L'arrière monde comprend en revanche tous les autres choses, découvertes par notre regard d'investigation scientifique. Existant pour nous, cet arrière monde n'existe pas pour l'entité étudiée. Les choses de l'arrière monde, sont des choses pour l'entité, mais pas pour nous, car elles s'offrent à nous comme supports de nos actions de recherches expérimentales.

correspond à sa valeur sémantique en contexte, et sa signification selon un point de vue normé décontextualisé (par exemple dans un dictionnaire), nous définissons le sens d'une inscription comme l'interprétation qu'elle reçoit dans un contexte donné, et sa signification comme l'interprétation selon un point de vue normé et décontextualisé.

Une inscription peut donc recevoir autant de sens possibles qu'elle peut être réécrite en contexte. Une réécriture actualise un sens possible de l'inscription. Elle s'effectue selon un point de vue, ou grille de lecture, ou principe interprétatif. Une inscription ne possède donc pas de sens propre ou intrinsèque, mais des sens possibles pour des points de vue d'interprétation.

La signification d'une inscription correspond à la stabilisation d'un sens possible selon un point de vue normé. Le point de vue normé permet d'associer à une inscription un sens propre ou intrinsèque. Ce sens propre est seulement local au point de vue. C'est par exemple la signification d'une unité lexicale dans le dictionnaire, définie indépendamment du contexte, mais selon le point de vue normé de la langue (au sens de Saussure, comme système). Le sens correspondrait alors aux réécritures pertinentes au contexte, selon le point de vue adopté dans ce contexte.

1.5 Arguments philosophiques pour la théorie du support

La théorie du support exposée plus haut peut s'argumenter de diverses manières. Trois nous semblent particulièrement pertinentes :

Une approche historique : l'histoire de l'écriture et de la lecture fournit des exemples attestés de l'influence du support sur l'intelligibilité du contenu. Que ce soit au niveau du substrat (passage de *volumen* au *codex* ou du format (passage de l'écriture pictographique à l'écriture alphabétique), l'écriture est une technologie formatant la pensée⁹.

Une approche anthropologique : l'étude des sociétés orales a montré quel pouvait être l'impact de l'écriture. En particulier, l'écriture permet l'émergence de nouvelles formes de rationalité qui se manifestent à travers des structures conceptuelles particulières. Ces structures sont principalement la liste et le tableau. C'est à Jack Goody [Goody, 1979] que revient le mérite d'avoir le premier mis en évidence ces faits et d'avoir forgé le concept de « raison graphique », concept adossant la technologie de l'écriture sur une rationalité particulière.

une approche philosophique : la théorie du support est une théorie *sur* la connaissance, à défaut d'être une théorie *de* la connaissance. La question de la connaissance est un domaine privilégié de la philosophie. Le recours à cette dernière permet de montrer que la connaissance est issue d'une synthèse que l'objet technique permet d'effectuer. C'est donc la philosophie kantienne [Kant, 1997] qui nous servira de guide pour cette réflexion.

⁹Voir par exemple [Bottéro, 1987], [Illich, 1991], [Chartier, 1997].

Nous ne développerons ici que certains aspects de l'approche philosophique, ceux qui nous permettent d'introduire les considérations gnoséologiques nécessaires pour les notions de raison graphique d'une part et de raison computationnelle [Bachimont, 2000c] d'autre part. Nous renvoyons à nos travaux antérieurs pour les deux autres approches, en particulier [Bachimont, 1996].

La connaissance, c'est l'affaire du concept. Le concept, étymologiquement, correspond au fait de « saisir ensemble ». Concevoir, c'est rassembler dans l'unité d'un acte de pensée différents éléments. Pris ensemble, ces éléments sont posés ensemble, c'est-à-dire syn (ensemble) - thésisés (posés). Les éléments qui sont saisis et posés ensemble sont ceux que l'esprit ou conscience rencontre comme n'étant pas issus de sa propre spontanéité, mais reçus d'une extériorité transcendante à la conscience. Ces éléments se présentent dans un temps et dans un espace et constituent alors un « divers spatio-temporel ». Le temps constitue la forme du sens interne, où l'esprit rencontre dans sa vie intérieure divers éléments. L'espace constitue quant à lui la forme du sens externe, où l'esprit rencontre dans sa vie extérieure divers éléments. Il faut noter que ces éléments constituent un « divers », c'est-à-dire qu'il n'est pas déterminé autrement que dans sa dimension spatiale et temporelle : en particulier, il n'est pas un objet que l'on aurait reconnu. Pour cela, il faut l'avoir synthétisé, c'est-à-dire rassemblé et unifié en un objet.

Kant distingue trois étapes dans la synthèse : la *synthèse de l'appréhension dans l'intuition*, la *synthèse de la reproduction dans l'imagination*, la *synthèse de la reconnaissance dans le concept*. Il est important de détailler ces trois synthèses.

Ces synthèses portent sur les représentations, qui sont des « modifications de l'esprit » (AK IV, 77), ce que l'on peut comprendre comme étant des éléments reçus, rencontrés dans le sens interne, dans la vie interne de l'esprit, mais dont l'esprit n'est pas l'auteur. L'esprit n'est pas la cause des représentations, il les reçoit, il les rencontre dans sa vie intime. Mais, sa vie intime se détermine par rapport à la dimension temporelle, où les représentations, modifications de l'esprit, « doivent toutes y être ordonnées, connectées et mises en rapport ». Mais comment les mettre en rapport alors qu'elles s'ordonnent sur une dimension temporelle qui est celle de la succession? Pour les mettre en rapport, il faut qu'elles soient présentes ensemble, simultanément. Mais dans la succession temporelle, les modifications de l'esprit ne sont jamais présentes ensemble, car quand l'une survient, les autres sont soit déjà passées, soit encore à venir. Kant dit en effet qu'« en tant que contenue dans un instant unique, toute représentation ne peut jamais être autre chose qu'une unité absolue ». « Unité absolue » signifie ici que l'unité est isolée des autres, qu'elle ne peut être reliée aux autres. Pour que, malgré l'unité absolue des instants temporels, la mise en rapport temporelle des modifications de l'esprit soit possible, il est nécessaire que l'esprit puisse parcourir et rassembler le divers temporel de manière à le tenir ensemble, simultanément. Kant en déduit qu'une synthèse est nécessaire, synthèse qui permet d'appréhender comme un ensemble, dans une simultanéité les éléments composant le divers temporel. C'est pourquoi cette synthèse est une « synthèse de l'appréhension dans l'intuition ».

Mais comment peut s'effectuer cette synthèse de l'appréhension dans l'intuition ? En fait, pour saisir ensemble ce qui est successif, il faut, lorsque l'esprit parcourt le divers et passe d'un élément contenu dans un instant à l'élément contenu dans l'instant suivant, il « n'oublie pas » l'instant juste écoulé pour aborder l'instant suivant. Pour cela, il le retient en le maintenant présent lors des instants suivants. Cela est possible grâce à l'imagination, qui reproduit ce qui est écoulé lors des instants suivants. L'imagination, traditionnellement, est la faculté des images, c'est-à-dire la faculté qui peut susciter des représentations sans que la cause externe des représentations soit présente. Autrement dit, l'imagination peut être la cause de représentation. Cette faculté est mobilisée ici pour reproduire, répéter dans le présent ce qui appartient déjà au passé. Ainsi, l'imagination rend présent simultanément ce que l'esprit parcourt lors de la synthèse de l'appréhension. Cette synthèse n'est donc possible comme syn-thèse que parce que l'imagination permet de poser ensemble ce que l'esprit appréhende dans sa temporalité. Kant dit en effet :

Or, il est manifeste que si je tire une ligne par la pensée, ou si je veux penser le temps séparant un midi et le midi suivant, ou même me représenter simplement un certain nombre, il me faut nécessairement en premier lieu saisir dans ma pensée ces diverses représentations l'une après l'autre. En revanche, si je laissais toujours les précédentes (les premières parties de la ligne, les parties précédentes du temps ou les unités que je me suis représentées successivement) disparaître de mes pensées et si je ne les reproduisais pas en passant aux suivantes, jamais ne pourrait se produire une représentation complète, ni aucune des pensées évoquées précédemment, pas même les représentations fondamentales qui sont les plus pures et les premières, celles de l'espace et du temps. (AK IV 79)

Mais ce n'est pas encore suffisant. En effet, répéter les instants passés ne peut suffire si n'est pas également présent à l'esprit le fait que ces instants répétés ont à voir ensemble, et doivent constituer une unité cohérente. Autrement dit, il est nécessaire qu'une règle détermine la répétition des instants et les agrègent au fur et à mesure à une totalité en constitution, comme les notes d'une mélodie s'agrègent progressivement pour constituer non pas une cacophonie de notes mais un ensemble harmonieux et cohérent. Cette règle est le concept, qui prescrit ce qu'il faut reproduire et comment pour constituer une unité synthétique, c'est-à-dire qui rassemble en un tout cohérent, les éléments du divers.

Le terme de concept pourrait déjà par lui-même nous induire à faire cette remarque. En effet, c'est bien cette conscience une qui réunit en une représentation le divers intuitionné peu à peu et ensuite reproduit. (...) Toute connaissance exige un concept, si imparfait et aussi obscur qu'il puisse être ; mais celui-ci, quant à sa forme, est toujours quelque chose de général et qui sert de règle. Ainsi le concept de corps sert-il de règle, selon l'unité du divers qu'il permet de penser, à notre connaissance des phénomènes extérieurs. Mais il ne peut constituer une règle des intuitions que dans la mesure où il représente, pour des phénomènes donnés, la reproduction nécessaire de ce qu'il y a en eux de divers, par conséquent l'unité synthétique dans la conscience que nous en avons. (AK IV 81).

Le concept prescrit ce qu'il faut reproduire (« la reproduction nécessaire ») : le concept est donc un pouvoir de sélection qui retient et qui oublie pour constituer

une unité cohérente. Mais, cette sélection ne peut s'effectuer que si, en un sens, tous les instants du divers sont là, présents, disponibles pour une répétition possible, pour une sélection permettant la nécessaire reproduction du divers en vue de son unité synthétique. Il doit donc exister une présence virtuelle, une solidarité fondamentale des éléments du divers temporel qui les propose à la sélection du concept. En fait, cette solidarité correspond au fait que les éléments composant le divers, ces modifications de l'esprit, sont des modifications de mon esprit, sont mes représentations. Cette co-présence des représentations correspond au fait qu'il y a un sujet sous-jacent aux représentations, auxquelles le pouvoir unificateur des concepts du sujet s'applique. Kant appelle cette co-présence fondamentale l'aperception transcendantale ou aperception originaire. Terme introduit par Leibniz, l'aperception désigne le fait d'être conscient de ses propres perceptions, par extension de ses représentations. Kant désigne ainsi le fait que la conscience doit toujours être consciente qu'il s'agit de ses propres représentations, même si elle n'en est pas l'auteur, pour que le pouvoir de ses concepts puisse s'exercer pour l'unification et la synthèse du divers :

En ce sens, la conscience originaire et nécessaire de l'identité de soi-même est en même temps une conscience d'une unité tout aussi nécessaire de la synthèse de tous les phénomènes d'après des concepts, c'est-à-dire d'après des règles qui non seulement les rendent nécessairement reproductibles, mais par là aussi déterminent pour leur intuition un objet, c'est-à-dire le concept de quelque chose où ils trouvent à s'enchaîner avec nécessité (. . .).

L'aperception transcendantale correspond au fait que Kant doit se donner ce qu'il veut précisément expliquer : comment unifier et conférer l'unité à ce qui est multiple, divers et diversifié ? En effet, face à la dispersion temporelle qui interdit toute donation globale, le fait que l'on puisse avoir l'expérience du tout de l'expérience, il faut en passer par les synthèses : reproduire ce qui est dispersé à partir d'une sélection. Mais, pour construire la co-présence des composants du divers nécessaires à la synthèse objectivante (*i.e.* délivrant un objet), on doit se donner une co-présence fondamentale, un arrière plan de la conscience où les composants du divers sont là, ensemble. En prenant une métaphore maladroite, on pourrait comparer cette aperception à des éléments disposés dans le recoin sombre d'une pièce : le regard de la conscience ne peut que balayer successivement ces composants, et il doit pour cela effectuer les 3 synthèses. Mais la conscience se fonde sur l'exploration d'éléments qui lui sont *déjà* donnés.

Ainsi la connaissance repose-t-elle sur ces synthèses, qui permettent de lier le divers grâce à la répétition dans l'imagination des instants écoulés, répétition ou reproduction s'effectuant selon une règle ou concept, à partir d'une sélection effectuée sur les représentations appartenant à la conscience, c'est-à-dire saisies par l'aperception originaire. On connaît la suite : Kant entreprend de déterminer les concepts fondamentaux de l'entendement, les catégories, à partir desquels les synthèses peuvent être effectuées et les objets constitués. Nous n'insisterons pas davantage sur la détermination des catégories et leur mise en œuvre pour revenir sur les mécanismes de la synthèse tels qu'ils ont été présentés par Kant.

1.5.1 Temps d'appréhension, espace et structure de présentation

La théorie kantienne de la connaissance insiste sur le fait que la conscience est une dynamique temporelle si bien que, si l'on ne veut pas que le flux de la conscience emporte tout sur son passage, il est nécessaire de dégager des étapes où le flux est modifié et structuré par l'action des concepts et de l'imagination. La structuration du flux de la conscience repose exclusivement sur les ressources de la pensée et de la conscience. Cela a pour conséquences les points suivants :

- Les structures de la pensée permettant d'agencer les synthèses sont nécessairement les structures de la pensée pure, ou des structures transcendantales, dans la mesure où elles expliquent la possibilité de l'expérience et de la connaissance. En effet, il ne s'agit pas de constater qu'il existe telle ou telle structure de la conscience, mais de déduire que, puisqu'il y a connaissance, il doit nécessairement exister telle ou telle structure qui la rend possible. Ces structures ne sont donc pas empiriques, c'est-à-dire observées, mais déduites.
- Ces structures transcendantales sont donc fixées une fois pour toutes et ne peuvent évoluer. En particulier, la structure de l'entendement n'est pas soumise au devenir historique et à la variabilité sociale et culturelle.

L'approche transcendantale a donc pour conséquence de poser les structures de la pensée pure, structures anhistoriques et aculturelles. Conséquences que l'on peut juger inacceptables. En tout état de causes, elles reconduisent d'une certaine manière la métaphysique que Kant voulait révoquer, puisque l'on détermine indépendamment de l'expérience les structures de l'expérience. Faut-il pour autant revenir à l'empirisme ? On retrouverait le problème dénoncé par Kant, celui d'expliquer le fait que l'on dispose de connaissances universelles et nécessaires, c'est-à-dire des connaissances scientifiques. Le dilemme serait alors entre l'empirisme et l'incapacité de rendre compte de la possibilité de la science, alors qu'elle existe, et le transcendantalisme et le postulat d'une raison pure non historique. Pour sortir du dilemme, il faut d'une part sauvegarder la nécessité de l'expérience, et d'autre part éviter l'écueil de la raison pure. Autrement dit, il faut de la nécessité, mais une nécessité qui peut être soumise au devenir historique et à la variation culturelle. Il faudrait quelque chose comme de la nécessité locale, une nécessité qui ne renverrait pas à une structure globale de l'expérience telle qu'elle serait prescrite par la raison pure, mais qui renverrait à une nécessité locale prescrite à l'esprit par son environnement matériel et culturel. Il faut par conséquent déterminer ce qui peut prescrire une synthèse sans pour autant renvoyer à une structure transcendantale de la raison pure. La proposition faite ici est de considérer l'objet technique, l'outil, comme vecteur de nécessité pour la connaissance et l'expérience :

- L'objet technique est un objet construit ; en tant que tel, il est donc soumis au devenir historique, aux variations culturelles, sociales, anthropologiques, etc.
- L'objet technique prescrit un usage possible et ordonne l'expérience. Les objets techniques font système et prescrivent la manière de s'en servir et de créer des objets ou d'accomplir des actions. Par conséquent, les outils, les machines créent de la nécessité locale pour la conscience qui s'en empare.

Mais comment l'outil peut-il agir sur la conscience? L'outil agit en prenant lui-même en charge les synthèses que Kant a dégagé comme conditions nécessaires à la connaissance et à l'expérience. Si l'on conserve le principe d'un esprit ou une conscience comme une dynamique vivante, un flux temporel, l'outil devient dès lors un vecteur de spatialisation qui prescrit, structure les 3 synthèses :

- L'outil est un objet matériel, qui présente simultanément dans sa structure les éléments d'un divers. Par exemple, un texte écrit présente dans la simultanéité et la synopsis de la page la transcription de ce qui est successif dans la parole, et temporellement dispersé. L'outil propose par conséquent une synthèse de l'appréhension dans la mesure où il décharge la conscience du fait de poser ensemble les éléments du divers.
- L'outil, par sa permanence, assure par principe la synthèse de la reproduction. Mais il ne s'agit plus d'une synthèse de la reproduction dans l'imagination, mais d'une synthèse de la reproduction par l'outil. Par exemple, les enregistrements sonores permettent de répéter, de reproduire des discours ou des mélodies qu'il faudrait sinon se remémorer en imagination. L'outil prend en charge ce dont l'imagination était déclarée responsable.
- L'outil ne répète pas tout; il sélectionne. Cela est particulièrement évident dans les techniques d'enregistrement, où il est important par exemple de sélectionner ce que l'on veut écouter sous peine soit de ne pas le capter du tout, soit de le noyer sous d'autres sons associés. L'outil permet donc de jouer le rôle du concept : il retient et reproduit seulement certains éléments, selon une nécessité qui n'est pas celle de la raison pure, mais de la technicité dont il est issu.

La technique se substitue donc au transcendantal, introduisant un moyen terme entre la contingence empirique et la nécessité apodictique; constituée et constituante [Stiegler, 1994], la technique permet de rendre compte de la variation, la diversité et la diversification, sans renoncer à l'explication scientifique¹⁰.

Que fait alors la conscience? Il ne faut pas en déduire que l'outil, prenant en charge les trois synthèses, rend la conscience inutile. Car l'outil propose à la conscience, mais n'en dispose pas ni s'y substitue. En particulier, si l'outil par exemple permet de répéter à l'identique de mêmes sons ou images, il n'en résulte pas que nous voyons ou entendons la même chose. Mais si l'outil ne suffit pas à susciter la connaissance, faut-il en déduire qu'il faut revenir aux structures transcendantales de la raison pure, les outils ne constituant alors qu'une étape intermédiaire et préliminaire à partir de laquelle la conscience pourrait mener les synthèses nécessaires pour qu'une connaissance soit possible? En quelque sorte, la technique ne constituerait que la réalisation matérielle de connaissances déjà constituées, dans le sens où l'on dit que les instruments de mesure sont des théories matérialisées, et l'on se retrouverait dans la situation initiale de l'impossi-

¹⁰François Rastier effectue un geste semblable quand il récuse le transcendantal au profit du social, le nécessaire au profit du normatif : «La perspective sémiotique peut en effet s'écarter de la philosophie transcendantale en « remplaçant », même comme condition de la connaissance, la Raison par les cultures, et en restituant à la description des objets culturels le caractère critique que la philosophie kantienne avait emprunté à la philologie. » [Rastier, 2001, p. 280].

bilité de penser la genèse technique des connaissances.

Mais l'esprit n'est pas seul en face de ses outils et des systèmes techniques : il ne les aborde que muni d'un outil très particulier, vivant et propre, son corps. L'esprit est toujours incarné dans une chair à travers laquelle il rencontre le monde et son environnement. Qualifier le corps propre d'outil peut paraître singulier. C'est ici nécessaire pour souligner les points suivants :

- Le corps propre est un support de mémoire : il permet le souvenir c'est-à-dire la répétition. Des rythmes verbo-moteurs de la mémorisation orale à la mémoire corporelle des pianistes, le corps intervient comme le support privilégié de mémorisation.
- Le corps propre sélectionne : mémoire incarnée, il prescrit dans une expérience sensible ce qui est retenu pour une synthèse finale. Par exemple, la mémoire incarnée des écoutes passées d'une symphonie conditionne les écoutes futures. Ce qui sera appréhendé, retenu et unifié est conditionné par l'outil qu'est le corps propre.

La conscience est par conséquent une dynamique au confluent de deux systèmes techniques : le système technique vivant et privé qu'est le corps propre, le système technique des outils et instruments extérieurs au corps. On retrouve l'opposition classique du mort et du vif : les outils et le corps. Ainsi, écouter un enregistrement sonore, c'est en fait le retranscrire et le mémoriser en son corps propre. L'enregistrement externe, le compact disc par exemple, propose une appréhension, une répétition et une sélection que la conscience, à partir de son intériorité structurée par le corps propre, appréhende, reproduit et sélectionne également. Autrement dit, l'outil se rencontre à travers l'expérience sensible qui n'est pas une couche désincarnée de la raison (l'intuition ou la sensibilité) que l'on pourrait rapporter à une sensation donnée dans l'espace et le temps, mais une mémoire incarnée qui conditionne ce que la conscience peut appréhender, reproduire et unifier dans son expérience.

Comment s'effectue cette rencontre entre corps et outil ? Reprenons les concepts kantien et tâchons de les faire travailler. Tout d'abord, la conscience est un flux temporel. Il faut donc poser ce que nous appellerons un temps de l'appréhension. Ce temps de l'appréhension est le temps à travers lequel la conscience vit le divers qu'elle rencontre. C'est par exemple le temps de l'écoute d'un compact disc, le temps de la lecture d'un livre, etc., de l'utilisation d'un marteau. Mais ce temps de l'appréhension ne peut donner lieu au déploiement d'une connaissance que si le temps est lié, rassemblé et unifié. Il faut donc ce que nous appellerons un espace de présentation, espace dans lequel la synopsis de l'appréhension devient possible. L'espace de présentation est par exemple l'espace de la feuille où un texte est écrit, l'espace structuré d'un outil, etc. Mais c'est aussi le corps propre qui mémorise et retient le présent d'une expérience dans sa structure biologique vivante (mémoire des sons, des goûts, et des pensées). Enfin, l'espace de présentation doit être structuré de manière à déterminer le principe d'unification du divers. Nous avons donc besoin d'une structure de présentation, structure déterminant la nécessité de la re-

production et de son unification. C'est l'équivalent du concept kantien. Résumons les trois concepts proposés ici :

- Le temps de l'appréhension, temps au cours duquel l'esprit prend conscience de son expérience ;
- L'espace de présentation, espace dans lequel le divers est présenté et rassemblé ;
- La structure de présentation, structure de l'espace de présentation permettant de déterminer la règle de répétition.

1.5.2 Catégories techniques

En fonction des trois concepts proposés plus haut, il est possible de déterminer des classes génériques d'outil (extérieurs au corps) selon qu'ils agissent ou non sur l'un des niveaux dégagés. Une première catégorie est constituée par les outils proposant un espace et une structure de présentation, mais n'agissant pas sur le temps d'appréhension. Cela signifie que le temps vécu par la conscience qui s'empare de l'outil n'est pas prescrit par l'outil. C'est par exemple le livre qui propose un espace, les feuilles, une structure, la typographie et la mise en page, mais qui ne prescrit pas le rythme de lecture.

Une seconde catégorie est constituée par des outils prescrivant un temps d'appréhension. Autrement dit, ils déterminent le flux temporel de la conscience, où la conscience, si elle s'empare de l'outil, doit se conformer au rythme temporel qu'il prescrit. C'est par exemple le cas des enregistrements sonores où, pour ré-accéder au contenu, il importe que la conscience se conforme au flux temporel acoustique reconstitué par l'outil. Dans ce cas, l'espace de présentation est le corps propre, qui retient les éléments du flux vécu et les sélectionne. C'est la raison pour laquelle, même si le temps de l'appréhension est déterminé par l'outil, il n'en résulte pas que l'on entende la même chose puisque l'espace et la structure de présentation, reproduction et sélection peut varier et évoluer d'un temps à un autre. Il faudra y revenir dans le cas des documents audiovisuels : même si le temps d'appréhension n'est plus laissé à la discrétion de la conscience, même si le flux du vécu est déterminé par l'artefact technique, ce qui est retenu et synthétisé ne peut jamais être déterminé exclusivement par l'artefact. Il faut sans doute voir là un élément fondamental de la liberté humaine : aucun outil ne peut définitivement aliéner la conscience dans la mesure où ce qu'elle vit ne peut être exclusivement déterminé par l'outil. Le rempart de la liberté n'est plus alors le concept transcendant d'un esprit pur, mais tout simplement le corps, vivant et privé, la chair incarnée de l'esprit. Même si ce corps se technologise, il n'en demeure pas moins qu'il est ce à travers quoi la conscience vit : le corps n'est pas un outil transcendant (extérieur) que la conscience utilise, mais une chair à travers laquelle elle vit. Ainsi, l'aveugle perçoit-il et exerce son sens du toucher à l'aide de sa canne blanche : il perçoit au bout de sa canne, et non au bout de sa main. La canne, devient un membre du corps propre, et dès lors l'esprit vit à travers elle. De mort, elle devient vif, et non, comme certains contempteurs de la technique voudraient nous le faire croire, le vif

devient mort à travers sa prothétisation. C'est pourquoi, malgré leur profondeur, nous ne pouvons souscrire aux thèses de l'École de Francfort [Assoun, 1987], en particulier aux affirmations d'Adorno et de Horkheimer :

Le film sonore, surpassant en cela le théâtre d'illusions, ne laisse plus à l'imagination et à la réflexion des spectateurs aucune dimension dans laquelle ils pourraient se mouvoir, s'écartant des événements précis qu'il présente sans cependant perdre le fil, si bien qu'il forme sa victime à l'identifier directement avec la réalité. Aujourd'hui, l'imagination et la spontanéité atrophiées des consommateurs de cette culture n'ont plus besoin d'être ramenées d'abord à des mécanismes psychologiques. Les produits eux-mêmes – en tête de tous le film sonore, qui en est le plus caractéristique – sont objectivement constitués de telle sorte qu'ils paralysent tous ces mécanismes. Leur agencement est tel qu'il faut un esprit rapide, des dons d'observation, de la compétence pour les comprendre parfaitement, mais qu'ils interdisent toute activité mentale au spectateur s'il ne veut rien perdre des faits défilant à toute allure sous ses yeux. Même si l'effort exigé est devenu presque automatique, il n'y a plus de place pour l'imagination. Celui qui est absorbé par l'univers du film, par les gestes, les images et les mots au point d'être incapable d'y ajouter ce qui en ferait réellement un univers, n'a pas nécessairement besoin de s'appesantir durant la représentation sur les effets particuliers de ces mécanismes. Tous les autres films et produits culturels qu'il doit obligatoirement connaître l'ont tellement entraîné à fournir l'effort d'attention requis qu'il le fait automatiquement. *La production industrielle de biens culturels* (Adorno and Horkheimer, 1974, p. 135)

En effet, fascinés par l'apparition du film parlant, les philosophes de l'École de Francfort voient dans le flux d'images et de sons un schématisme (au sens kantien) produisant mécaniquement ce que l'imagination devait réaliser elle-même pour donner un contenu à ses concepts. Le phénomène dénoncé est donc du même ordre que la déception que l'on ressent inéluctablement devant une adaptation cinématographique d'un roman que l'on a lu : l'imagination ayant construit les images (au sens large : toute figuration sensible) donnant un contenu aux mots, rentre en conflit avec ce qui est proposé à l'écran. Ainsi, au lieu de donner accès au sens et d'en produire comme l'écriture et la littérature, qui convoquent au partage de concepts mais non de sensations, le cinéma suspendrait tout travail de la pensée et de l'imagination. Il est incontestable que le cinéma, les objets temporels de manière générale, proposent un contenu à des concepts. Mais quels concepts ? Ce que près d'un siècle d'audiovisuel nous a appris, c'est que si la télévision et le cinéma schématisent, on ne sait pas très bien de quels concepts il s'agit. Certainement pas ceux formulés linguistiquement dans la bande son, qui font partie du donné sensitif et non de son interprétation conceptuelle. Par conséquent, si l'imagination se trouve désœuvrée, l'interprétation est sollicitée. A travers les synthèses effectuées par la perception (le corps propre), les outils de lecture (magnétoscope ou des interfaces numériques), le sens se dégage, à chaque fois différent, à chaque fois nouveau.

Les outils prescrivant un temps d'appréhension mobilisent un autre espace de présentation, celui à partir duquel le temps d'appréhension est reconstruit et prescrit à la conscience. Cet espace est celui du calcul, dont l'essence est de jouer du temps à partir de l'espace. Un algorithme n'est pas autre chose en effet que la pres-

cription d'un déroulement temporel à partir d'un code consigné dans l'espace d'un calcul. C'est la raison pour laquelle l'émergence du numérique est si importante et doit être pensée spécifiquement : le numérique est l'aboutissement de cette classe d'outils dont l'essence est de prescrire le temps d'appréhension. Le numérique introduit donc une rupture avec les autres outils préexistants : alors que l'écrit prescrit et structure l'espace de présentation, le numérique aborde l'autre dimension de la connaissance, le temps d'appréhension. Il ne s'agit pas de dire que cela n'existait pas avant le numérique, comme en témoigne les techniques audiovisuelles, mais le numérique est l'aboutissement de cette classe de technique, et en constitue l'essence même. C'est d'ailleurs pour cela que les technologies numériques sont si souvent présentées comme une rupture même si les prémisses et les principes sont présents depuis longtemps : avec le numérique, on dégage le principe même des techniques qui prescrivent le temps d'appréhension.

A présent, nous disposons des éléments permettant de structurer les classes de techniques et les modalités rationnelles associées. Il faut en effet distinguer les techniques prescrivant l'espace de présentation des techniques prescrivant le temps d'appréhension. Les premières relèvent de l'écrit, les secondes du calcul. Les premières donneront lieu à la raison graphique, les secondes à la raison computationnelle.

2 Inscription et numérique : raison computationnelle et désorientation symbolique

2.1 Techniques d'inscription, techniques de transformation, techniques d'organisation

Avant de s'intéresser aux concepts de raison graphique et de raison computationnelle, il convient de noter que nous avons subrepticement concentré notre réflexion sur les technologies intellectuelles alors que nous étions parti d'une réflexion générale sur la technique et la connaissance. C'est qu'en effet nous aborderons l'ingénierie des connaissances dans le contexte particulier des techniques intellectuelles. Cependant, il ne faudrait pas en déduire que la technique se réduit à ces dernières.

La technique se définit comme dispositif : organisation spatiale d'éléments dont la configuration permet de produire un comportement dans le temps répétable et reproductible à l'identique. Le propre de la technique est d'idéaliser et formaliser les éléments constituant le dispositif pour les soumettre à l'algorithme permettant d'obtenir le résultat désiré. Tout dispositif se ramène par conséquent à un algorithme, qui constitue l'essence de sa reproductibilité et sa prédictibilité. Cependant, selon la nature des objets formalisés, la modélisation et formalisation conduisant à l'élaboration d'un dispositif peuvent être fort variées et les difficultés rencontrées fort diverses. Le type de transformation ou d'efficacité recherchées par les disposi-

tifs techniques peuvent être regroupées en trois principales catégories :

Les techniques de transformation : ces techniques considèrent des objets matériels pour en produire d'autres, ou pour les transformer. Les procédés utilisés reposent sur les sciences physico-chimiques de la nature : les objets sont modélisés et formalisés selon les critères mathématiques des disciplines physiques, mécaniques, chimiques, biochimiques, etc., pour permettre au dispositif d'avoir son efficacité de transformation démontrée et éprouvée.

Les techniques d'inscription : ces techniques correspondent aux technologies de l'intelligence [Lévy, 1990], aux technologies [Stiegler, 1993, Stiegler, 1996] intellectuelles. Elles portent sur les procédés de traitement et de transformation des inscriptions dans le but de faciliter l'expression des connaissances, l'interprétation des inscriptions, et le travail de la pensée. Ces techniques regroupent un spectre assez large de technologies, parmi lesquelles l'écriture [Bottéro, 1987], la grammaire [Auroux, 1995, Auroux, 1998], etc.

Les techniques d'organisation : ces techniques portent sur les relations et interactions entre des acteurs humains réunis en des collectifs sociaux. Leur objectif est de proposer des méthodes et des outils permettant de structurer et réguler le fonctionnement de ces collectifs et de les optimiser selon des critères objectivant une performance ou excellence visées. Les techniques d'organisation ne sont souvent que des méthodes, dans la mesure où elles ne proposent pas de dispositif particulier. Mais dès qu'elles introduisent des outils, ou qu'elles réifient les acteurs en des éléments d'un formalisme (un ensemble de compétences dans un contexte de ressources humaines, des lacunes et des connaissances dans un contexte pédagogique, etc.), on obtient une technique.

Ces trois types de techniques ne sont pas indépendants les uns des autres. En particulier, notre définition de la technique impliquant une représentation des connaissances, il en ressort que les techniques de transformation et d'organisation sont des utilisateurs potentiels des techniques d'inscription. Réciproquement, les techniques d'inscription ne sont pas indépendantes des contextes dans lesquelles elles interviennent : c'est ainsi que les outils intellectuels que sont la CAO, conçus pour les techniques de transformation mécanique, sont bien différents des outils comme les *workflow*, conçus pour optimiser l'organisation du travail. Dans ce qui suit, nous considérons essentiellement les techniques d'inscription dans lesquelles nous verrons l'objet même de l'ingénierie des connaissances. Mais il ne saurait y avoir de solution de continuité radicale entre les différentes technologies distinguées ici.

2.2 La représentation comme objet technique

Les techniques d'inscription portent sur la manipulation de représentations et sont présentes dès les origines de l'homme et du langage. En effet, il y a une dépendance étroite entre connaissance, représentation et manipulation. On re-

trouve dans le cadre de ces techniques l'hypothèse introduite plus haut selon laquelle toute connaissance, et *in fine* toute capacité cognitive, repose sur une genèse technique. Le point fondamental réside dans la thèse selon laquelle il ne peut y avoir d'interprétation, autrement dit, d'accès au sens, que s'il y a manipulation. Par manipulation, il faut entendre le sens étymologique de se saisir des choses avec les mains : comprendre le monde, c'est agir sur lui avec nos mains car c'est à travers cette agitation manuelle, cette « manipulation » que le monde s'offre à nous en éléments dont nous pouvons nous saisir et qui par conséquent revêtent un sens pour nous.

La manipulation poursuit un mouvement d'intériorisation et d'extériorisation. Le mouvement d'intériorisation correspond au fait que des opérations effectuées par une manipulation effective peuvent être reproduites mentalement, à l'aide de notre esprit, notre imagination et de notre corps propre. On en a des exemples avec l'apprentissage de la lecture ou de l'arithmétique où l'enfant se saisit manuellement d'objets mobiles représentant des lettres ou des nombres et reproduit par les assemblages constitués de mobiles et les manipulations effectuées l'ordre théorique recherché. Cet apprentissage ontogénétique posséderait son équivalent phylogénétique : l'humanité aurait acquis le langage par l'intériorisation de la manipulation d'objets concrets matériels investis de sens, c'est-à-dire possédant un fonctionnement sémiotique et renvoyant à des référents ou des significations¹¹. En retour, le mouvement d'extériorisation consiste à démultiplier nos capacités de manipulation en dotant la main de prothèses et d'outils permettant de prolonger, renforcer et adapter le fonctionnellement de la main à une manipulation d'objets donnés. Instrument universel, la main est donc sous-fonctionnelle dans chaque cas particulier. C'est la raison pour laquelle il convient de se doter d'outils spécialement adaptés à la configuration des choses ou objets à traiter. Mais la manipulation se prolonge également par des systèmes techniques où ni le corps ni la main n'interviennent directement, fût-ce à travers des prothèses. L'outil ne prolonge pas mais remplace la main, si bien que le système technique « représente » une manipulation donnée qui est incommensurable à une manipulation au sens strict. Les « interfaces » ont alors pour but de représenter dans les termes d'une manipulation directe la manipulation indirecte effectuée par le système technique.

Mais, que ce soit à travers une manipulation prolongée (prothèse), ou une manipulation substituée et représentée, dans les deux cas, la technique permet de

¹¹Nous renvoyons sur ce thème fondamental au commentaire de Dominique Bourg dans *L'homme artificiel*, ainsi qu'à la bibliographie mentionnée. Commentant La Mettrie dans son *Homme machine*, D. Bourg y écrit : « Le langage, comme la faculté de calculer d'ailleurs, provient de la capacité de notre *imagination* à associer ces mêmes éléments, les transformant ainsi en signes, c'est-à-dire en *mots* ou en *figures* numériques. Ainsi les signes seraient tout d'abord apparus comme des artefacts, des figures extérieures à l'esprit, manipulés par l'imagination des « premiers génies » en vue d'en accroître le pouvoir. L'accumulation de ces signes aurait fini par constituer le trésor commun des langues humaines. » (p. 147). Reprenant la thèse de La Mettrie, telle que l'on peut la motiver à partir des recherches cognitives contemporaines, D. Bourg évoque une « genèse technique du langage » et voit dans le langage une « prothèse » de la pensée, outil constituant et en permanente élaboration ; le langage n'est pas un individu technique achevé comme le serait une machine, mais un accompagnement technique de la pensée : « le langage accompagne toutes nos représentations comme une prothèse mécanique accompagnerait nos mouvements. » p. 154.

dégager des éléments nouveaux, des combinatoires inédites, des configurations matérielles nouvelles qui, résultats et conditions d'actions humaines, se font significatives : leur signification est une élaboration et une construction que le faire technique patiemment effectuée à travers ses manipulations. La technique devient alors le support du déploiement du sens en déployant nos possibilités d'action. Les éléments dégagés par ces manipulations techniques, les combinatoires et lois qu'elles vérifient peuvent alors être intériorisés pour donner lieu à de nouveaux espaces de pensée intérieure et d'imagination.

Il y a donc de permanents mouvements corrélés d'intériorisation et d'extériorisation, sans qu'il soit vraiment possible de déterminer le primat de l'un sur l'autre. Notre esprit est à la fois le principe et la conséquence de la genèse technique sans qu'un premier terme soit assignable : l'homme est devenu homme parce qu'il s'est doté d'une technique, ou bien il a développé une technique parce qu'il est devenu homme ? Toujours est-il que l'évolution a « sélectionné » une espèce dont le programme génétique permet l'intériorisation cérébrale de gestes techniques (un primat de l'hominisation sur la genèse technique), la sélection naturelle ayant retenu l'espèce possédant une technique (le primat de la genèse technique sur l'hominisation). Autrement dit, posé en ces termes, la problématique du primat de l'homme sur la technique n'a pas grand sens, et ce qui compte est davantage leur couplage et leur co-évolution.

Il en ressort que la technique s'accompagne nécessairement de représentations, et que toute représentation s'accompagne de technique. En effet, toute représentation procède de l'intériorisation d'une manipulation technique, et toute manipulation technique est une extériorisation d'un projet qu'elle transforme d'ailleurs en lui donnant corps. Cette dialectique d'intériorisation et d'extériorisation est particulièrement importante pour les technologies intellectuelles où la manipulation ne porte pas sur des choses, mais sur des symboles de ces choses. En plus du jeu simple où une technique de manipulation de choses se représente dans l'esprit, on a une technique de manipulation des représentations elles-mêmes : après une représentation de la technique, une technique de la représentation. C'est ainsi que l'écriture a permis par exemple d'avoir un rapport explicitement technique avec le langage d'une part, et la pensée d'autre part. Non que l'écriture soit un outil qui pense, mais c'est plutôt un outil pour penser autrement.

Une mutation technique fondamentale s'est produite au siècle dernier quand les techniques de représentation se sont intégrées aux techniques de production en trouvant un moyen terme entre la représentation de notre action sur les choses et une technique de la représentation. En effet, le numérique permet d'une part d'objectiver l'information contenue dans un système et de contrôler son comportement, le numérique est alors une représentation de l'action du système ; d'autre part le numérique permet de représenter par des symboles matériels nos connaissances, le numérique est alors une technique de la représentation. La même instance manipulatoire porte donc à la fois sur la technique et la représentation, permettant d'unifier dans un même système nos connaissances et l'effet de ces connaissances. Le numérique permet donc une double révolution :

- selon une première révolution, le numérique permet d'abstraire le fonctionnement d'un système physique dans les termes d'une transformation d'information ; la physique des systèmes devient une physique de l'information ;
- selon une seconde révolution, le numérique permet de représenter de manière manipulable les connaissances : alors que le savoir et la connaissance ont toujours mobilisé des inscriptions matérielles émanant d'une élaboration technique (la papier, l'encre, l'imprimerie, etc.), pour la première fois l'élément de manipulation est congruent à l'élément de l'expression. La combinaison sémantique des éléments signifiants correspond localement à la combinatoire technique des éléments manipulés. Bref, la technique permet de manipuler des énoncés, et de reproduire des comportements langagiers.

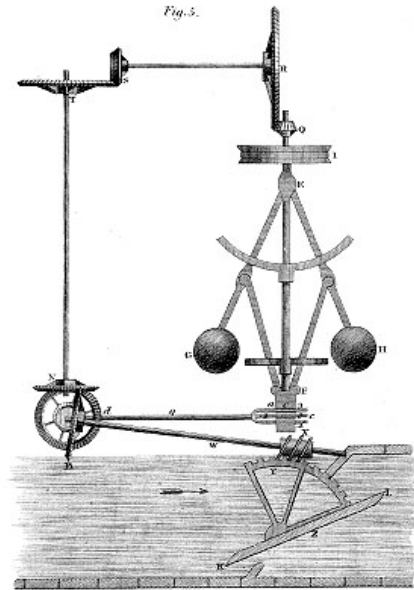
Bien qu'ayant toujours possédé une origine technique (intérieurisation) et un avenir technique (extériorisation), la représentation est devenue un objet technique singulier dans le contexte numérique. Elle y possède un double statut, un statut matériel manipulable au sein d'un dispositif, et un statut sémantique de représentation du savoir et de la connaissance. Pour expliciter ces deux aspects, nous revenons brièvement sur les deux étapes fondamentales de cette mutation : la cybernétique, siège de la première révolution, qui a permis de comprendre les systèmes physiques en termes d'information et donc d'envisager leur comportement en termes de contrôle et pas simplement de transformation d'énergie, et le formalisme hilbertien, siège de la seconde révolution, qui a permis de comprendre l'expression et la représentation comme une technique de manipulation formelle¹².

2.2.1 La cybernétique : la représentation comme contrôle

L'usage doxographique fait remonter la cybernétique au *governor* de Watt. Bien que notre souci ne soit pas historique, nous revenons à ce dispositif tant il est exemplaire de la corrélation entre le contrôle des systèmes et la notion d'information. Comme on le sait, le *governor* de Watt est un dispositif de rétro-action (*feedback*) permettant de réguler le fonctionnement d'une machine à vapeur : quand la pression augmente, l'admission diminue, quand la pression diminue, l'admission augmente. Ainsi, le régime de la machine à vapeur reste constant (voir la figure 3.1).

La physique de l'époque, notamment Maxwell, tenta de théoriser ce processus en le décrivant dans le formalisme des équations différentielles, considérant ainsi que ce qui est en jeu est une transformation d'énergie. Mais plus tard vint l'idée que ce qui était échangé entre la sortie du système et son entrée n'était pas de l'énergie mais de l'information. Cette idée est particulièrement bien exposée dans l'article fondateur de 1943, *Behavior, Purpose and Teleology*, de Rosenblueth, Wiener et Bigelow, paru dans la revue *Philosophy of Science*. Les traducteurs de cet article l'introduisent de la manière suivante :

¹²La littérature est fort abondante sur ces deux étapes historiques et nous y renvoyons ici le lecteur. Notre propos est ici de souligner ce qui, dans ces histoires, nous semble particulièrement important pour une ingénierie de la connaissance, où l'information représente et contrôle.

FIGURE 3.1 – Le *governor* de Watt.

« Le mécanisme ordinairement retenu pour symboliser la rétroaction régulatrice est le *governor* inventé par Watt en 1784 et destiné à corriger les variations de l'admission de vapeur en fonction des variations du régime de travail de la machine. Un dispositif de tringlerie utilisant la force centrifuge faisait varier l'admission de la vapeur de façon à régulariser le rendement de la machine. Pour fonctionner, le régulateur utilisait une partie (minime) de l'énergie motrice. C'est pourquoi, durant un siècle et demi, les théoriciens du régulateur ont cherché à expliquer son fonctionnement dans le langage de la thermodynamique sans se douter qu'ils étaient en présence d'un processus informationnel. En 1868, le célèbre Maxwell établira les équations différentielles du mouvement du régulateur sans soupçonner qu'il s'agissait là d'un *feedback* d'information. » (Pélissier and Tête, 1995, p. 40).

Passer d'une transformation d'énergie à une transformation d'information introduit une nouvelle intelligibilité dans la compréhension des systèmes physiques : cela permet en particulier de comprendre comment des systèmes structurellement différents peuvent néanmoins être fonctionnellement identiques, c'est-à-dire faire la même chose, poursuivre les mêmes buts, posséder les mêmes fonctions. Car il existe différentes manières de réaliser *physiquement* ou structurellement de mêmes transferts *logiques* d'information.

Le point important ici est que le concept d'information n'a pas ici pour but d'expliquer le fonctionnement cognitif humain, mais d'expliquer le fonctionnement de systèmes physiques à travers la notion de *feedback* et de transfert d'information. Cependant, cette théorisation est très puissante, au point de pouvoir entreprendre l'explication d'un type de comportement jusque là considéré comme immatériel, le comportement cognitif. C'est ainsi qu'il devient possible d'expliquer de manière identique les machines, le vivant et le connaissant. Mais sans devoir aborder les

sciences cognitives, l'essentiel est ici pour nous que la théorie de l'information est une théorie physique des machines et des systèmes naturels ou artificiels.

2.2.2 Le formalisme : la représentation comme langage

Il en est autrement dans le formalisme hilbertien dont la finalité est davantage épistémologique. On se souvient en effet que devant les paradoxes soulevés dans la théorie des ensembles à la fin du 19^e siècle, Hilbert entreprit de fonder les mathématiques sur une base sûre et une méthodologie sans faille. La solution qu'il proposa, géniale, est pourtant fort simple. Il suffit de remarquer que, quand on est mathématicien, on manipule des symboles sur un support matériel d'écriture : autrement dit, on écrit et on manipule un nombre fini de symboles, en un temps fini, avec des ressources finies. L'idée est alors de pouvoir considérer cette écriture comme une manipulation simple et calculatoire de ces symboles, aussi simple que peut l'être l'arithmétique élémentaire, indépendamment de la complexité des significations associées à ces symboles.

Mais, pour cela, il faut dissocier la manipulation des symboles de la compréhension qu'on en a. Et c'est là l'essence du « formalisme » hilbertien : considérer que l'on peut manipuler les symboles mathématiques de manière purement formelle, c'est-à-dire uniquement en fonction de leur forme syntaxique et indépendamment de leur signification sémantique. Et le principe de sauvetage des mathématiques devient simple. Lorsque nous effectuons des mathématiques mobilisant des principes fort abstraits, comme l'infini et les ensembles, nous construisons des énoncés et des démonstrations. L'abstraction du contenu mathématique mobilisé est telle que nous ne pouvons garantir que nos démonstrations et énoncés sont sans erreur ou contradiction : en fait, nous écrivons des choses que nous ne comprenons pas très bien et le paradoxe peut surgir sans que nous soyons capable de déterminer l'argument fautif. Pour parvenir à une garantie de non contradiction, Hilbert propose de considérer ces mêmes énoncés et démonstrations comme des constructions purement formelles de symboles vides de sens. Les démonstrations se ramènent alors à une simple manipulation de ces symboles. Cette manipulation correspond aux règles d'écriture des mathématiques, à ce qu'il est permis d'écrire. Hilbert propose de codifier ces règles de manière formelle, machinale, de manière à pouvoir contrôler, de la même manière que nous vérifions nos additions dans l'arithmétique élémentaire, le déroulement de nos démonstrations et s'assurer que l'application des règles d'écritures ne permet pas d'obtenir l'écriture d'une contradiction, un énoncé du type $0 = 1$.

En termes modernes et donc anachroniques, on peut paraphraser cette démarche de manière simple : si on considère que les règles mathématiques sont formelles et peuvent se codifier comme une combinatoire, elles constituent ce qu'on peut appeler en informatique un « programme ». Faire une démonstration, c'est s'assurer que les énoncés écrits par ce programme ne peuvent conduire à une contradiction. Evidemment, il faut pouvoir s'en assurer d'une manière sûre et finie dans le temps, c'est-à-dire à travers un autre programme. Par conséquent, la question est :

existe-t-il un programme permettant de vérifier que les programmes correspondant à l'écriture des mathématiques sont consistants et ne peuvent conduire à des paradoxes ou des contradictions ? La réponse apportée par les grands travaux logiques de la première moitié du XX^e siècle est qu'un tel programme n'existe pas.

Mais toute négative que fut la réponse, la manière de poser la question a permis de voir comment il est possible de considérer une écriture ou une expression de manière purement formelle, et surtout de comprendre comment elle devient alors l'objet d'une manipulation mécanique. Autrement dit, le formalisme hilbertien permet de construire une technique de manipulation des écritures, quand on les considère formellement. Bien sûr, cette idée est présente depuis longtemps : de Raimond Lulle à Leibniz, à travers l'Oulipo et autres tentatives de manipuler le langage ou la pensée à travers la formalisation matérielle qu'en propose l'écriture, on a toujours tenté de soumettre l'écriture à une dynamique de transformation. Mais, avec Hilbert, pour la première fois, on a la description précise de ce à quoi peuvent ressembler ces transformations, quelle théorie on peut en faire. Cette théorie, c'est celle des *systèmes formels* : système, car on décrit de manière systématique toutes les transformations possibles, en indiquant comment un système fini peut néanmoins produire l'ensemble infini des énoncés ; formel, car ces transformations s'effectuent indépendamment du sens véhiculé, en ne se fondant que sur la forme des symboles, matériellement distincts entre eux. Par conséquent, le formalisme hilbertien permet de considérer la représentation du langage et des connaissances dans un cadre permettant leur manipulation technique.

Ainsi, quand Gödel puis Turing ont montré comment mécaniser la notion de système formel (la « machine » abstraite de Turing), il a pu être déduit le principe de machine manipulant la représentation formelle des inscriptions et des connaissances. La dernière étape devait être franchie par McCulloch d'un côté et Von Neumann de l'autre, quand le premier proposa de voir dans le cerveau la réalisation physiologique d'une machine logique aussi puissante que la machine de Turing, et quand le second proposa une architecture permettant de construire de telles machines. Ainsi, on est passé de l'idée d'une transformation de l'écriture, à celle du système formel pour terminer sur celle de *machine formelle*¹³.

2.2.3 Le numérique : medium universel et désorientant

Le numérique bouleverse profondément le mode de travail de l'ingénieur et son rapport au réel. En effet, confronté à des problèmes concrets, c'est-à-dire posés dans les termes de la réalité dont ils sont issus, et non reconstruits à l'aide des termes idéalisés de la théorie scientifique qui permettra de les résoudre, l'ingénieur mobilise des savoirs théoriques, universels et nécessaires pour les aborder. Il n'y a pas encore pas si longtemps, les problèmes concrets restaient relativement indépendants les uns des autres et leur résolution pouvait sembler ne renvoyer qu'à

¹³Sur tout ceci, voir [Bachimont, 1996] et [Bachimont, 1994].

une simple application des lois scientifiques.

Cette relative indépendance s'est profondément modifiée du fait du numérique et de l'informatisation des procédés. Comme on l'a vu, le numérique, pour un ingénieur, se manifeste sous deux aspects principaux : d'une part le *traitement de l'information permettant de contrôler les systèmes*, d'autre part le *traitement de l'information représentant les connaissances que nous avons sur les systèmes*. Le contrôle des systèmes s'effectuant par le numérique, c'est un seul et même principe qui permet d'aborder toutes sortes de systèmes, qui se trouvent dès lors intégrables dans un même système global. Par le numérique et le contrôle qu'il permet, on obtient l'intégration progressive des différents systèmes de production. Par ailleurs, toutes les représentations intermédiaires nous permettant de caractériser, modéliser, concevoir les objets que nous voulons construire sont progressivement transportées ou créées sur un support numérique et manipulées par des systèmes informatiques. Que ce soit la conception assistée par ordinateur, les systèmes d'information et de gestion, les systèmes documentaires, etc., nos instruments intellectuels permettant de représenter une situation et d'élaborer une solution sont de nature informatique. Le numérique permet donc une intégration progressive des systèmes de représentation. Enfin, et c'est là un fait majeur, il n'y a pas de solution de continuité entre le numérique permettant de contrôler un système et celui permettant de le représenter. La représentation se manipule et contrôle, tout à la fois. On a donc un niveau homogène où le raisonnement en termes de représentation permet de contrôler autrement, et le contrôle apporte des représentations constituant une matière au raisonnement.

On n'a pas encore fini de tirer toutes les conséquences du fait d'avoir des systèmes techniques dans lesquels on intègre à la fois et de manière homogène les objets que l'on manipule et les connaissances dont on dispose sur ces objets, si bien *que la manipulation technique des objets se paramètre et se détermine par la représentation technique des connaissances sur ces objets*. La manipulation des objets s'obtient à partir de la manipulation de la représentation technique des connaissances. En effet, l'une des principales innovations apportées par le numérique à la gestion des documents audiovisuels est de pouvoir intégrer dans un même système technique ce qui permet de consulter les documents (un lecteur MPEG par exemple) et ce qui permet de les gérer et retrouver (une indexation). Cela a transformé à la fois notre manière de voir les documents, puisque sa consultation est informée de sa structure, de ses points d'intérêts (ne voir que telle ou telle séquence), et notre manière de représenter et concevoir les documents (l'indexation devient une annotation de segments audiovisuels repérés dans le document). On obtient donc un contexte global marqué par trois évolutions principales :

L'intégration des systèmes de production : grâce au contrôle numérique, qui permet d'échanger et partager l'information entre plusieurs systèmes techniques ;

L'intégration des systèmes de représentation : grâce à l'informatisation de nos modes de description et représentation, tout document, modèle et représentation deviennent manipulables dans un même système informatique ;

L'intégration des systèmes de production et de représentation : du fait que le

numérique propose un même niveau technique et homogène pour aborder tant le contrôle du système que la représentation de son modèle.

Ces intégrations, que l'on nomme parfois « convergence », introduisent une situation jusque là inédite : tout communique avec tout, et pour piloter un système donné, on peut avoir à prendre en compte des informations diverses provenant d'autres systèmes, de production ou de représentation. Deux conséquences importantes se dégagent :

- d'une part, le numérique devient un médium universel, si bien que toute technique d'inscription (avec le numérique comme représentation), de transformation et d'organisation (avec le numérique comme contrôle) peut se traiter par des outils numériques. Même si certains objets techniques demeurent non numériques, leur production mobilise de manière croissante des outils numériques : que ce soit l'ingénierie pour la production de supports de connaissances (livres, transparents, plaquettes, etc.), l'ingénierie pour la production des biens matériels (comme par exemple l'automobile). Par conséquent, le numérique, présent dans tous les dispositifs techniques, se trouvera influencer et conditionner les actions mobilisant ces dispositifs. Un enjeu particulièrement important est donc de déterminer le mode de penser induit par le numérique puisque nous avons argumenté plus haut qu'un principe technique engendrait une rationalité spécifique.
- d'autre part, le numérique introduit une complexité nouvelle, entraînant une désorientation : comment rendre cohérent, faire le lien entre les inscriptions qu'un système technique permet d'articuler de mille et une manières ? A présent qu'il n'existe quasiment plus de frontières naturelles entre les types d'inscriptions (tandis qu'avec les photos sur des supports argentiques, les vidéos sur des supports magnétiques et les textes sur des supports papier, on se retrouve à n'affronter par support qu'un type de contenu à la fois), comment faire face à cette confrontation inédite et cette profusion insurmontable ?

L'enjeu des sections qui suivent est d'une part d'envisager le numérique comme constitutif d'une rationalité computationnelle spécifique, et d'autre part le numérique comme source d'une désorientation massive. L'ingénierie des connaissances mobilisera la première pour surmonter la seconde.

2.3 De la raison graphique à la raison computationnelle

2.3.1 La raison graphique

L'écriture permet techniquement de réaliser ce que les trois synthèses kantienne, décrites plus haut, effectuent. En spatialisant la parole, l'écriture maintient présents les éléments qui la composent. Par la transcription symbolique (par exemple alphabétique), elle sélectionne ce qui est donné dans la perception sonore pour ne retenir que les phonèmes, indépendamment de la prosodie par exemple. Ainsi, dans ce cas particulier de l'écriture phonétique, le phonème est le concept permettant la transcription qui assure, dans l'espace de l'écriture, la permanence du donné phonétique. A ce moment, une autre perception est possible : par exemple,

grâce au concept de « même forme lexicale », je peux rassembler dans l'espace de ma feuille les mots dispersés dans la transcription, mais accessibles simultanément, manifestant une même structure, par exemple « rosa », et « rosae », me permettant ainsi de dégager un paradigme de déclinaison.

Autrement dit, l'écriture non seulement permet à l'esprit d'accomplir ce que Kant décrit dans ses trois synthèses, mais elle permet de constituer, au sens phénoménologique du terme, de nouveaux concepts.

L'écriture est une technique qui permet de proposer à l'esprit des configurations synthétiques nouvelles, ces configurations permettant de constituer de nouveaux concepts. On inverse alors l'ordre kantien : selon Kant en effet, je dois appréhender globalement l'intuition pour percevoir quelque chose, donc je dois reproduire dans l'imagination, donc je dois mobiliser un concept. Ce faisant, le concept (avec les autres structures a priori, en particulier l'espace et le temps) est la condition de l'appréhension synthétique, non son résultat. Mais, si la synthèse s'effectue par l'effectivité technique, elle n'est pas conditionnée par le concept, en tout cas pas par le concept qu'elle permet de constituer. Ainsi, si l'écriture correspond au concept de transcription phonétique, elle ne correspond pas au concept de grammaire et de déclinaison, qu'elle permet néanmoins de constituer. L'écriture, constituée à partir de la mise en œuvre d'une intention et d'une certaine conceptualité, permet d'en constituer et élaborer d'autres. Le concept est donc à la fois la condition mais aussi le résultat de la synthèse technique, en appelant ainsi le fait que la technique propose des configurations synthétiques nouvelles à l'appréhension de l'esprit.

On retrouve ce que nous avons affirmé plus haut à propos de la technique dans le cas particulier de l'écriture. La technique permet, à travers la structuration qu'elle apporte à l'espace et au temps de notre expérience, de constituer de nouvelles connaissances et de nouveaux concepts. Loin de n'être que la simple application de théories ou concepts élaborés indépendamment d'elle, la technique est la condition d'élaboration des connaissances. Instrumentant notre expérience en méthodes répétables et outils prolongeant notre action, la technique transforme notre rapport au monde et nous amène à le penser différemment, à tel point que nous ne pensons pas seulement différemment un monde qui resterait le même, mais que nous constituons de nouveaux mondes, en plus ou moins grandes ruptures les uns avec les autres.

C'est ainsi que Jack Goody [Goody, 1979, Goody, 1985, Goody, 1994] insiste sur le fait que l'écriture induit un mode de pensée particulier et un rapport au monde spécifique. Selon lui, l'écriture permet de constituer trois types principaux de structures conceptuelles, conditionnant notre mode de pensée. Ce sont la liste, le tableau et la formule.

La liste permet de délinéariser le discours pour en prélever des unités que l'on ordonne ensuite dans une énumération. La liste permet de rassembler dans une même unité ce qui est dispersé dans le discours : elle induit par conséquent un classement et une catégorisation. Faire des listes, c'est choisir de consigner un item parmi d'autres en considérant qu'ils ont quelque chose à faire ensemble : ils

appartiennent une même classe, une même catégorie. En favorisant la structure de liste, l'écriture induit un rapport au monde qui procède de la raison classificatoire : penser le monde, c'est l'organiser en classes et hiérarchies, c'est l'ordonner et le ranger. Le monde de l'écriture, c'est le cosmos des antiques, comme univers (au sens de totalité, universum renvoyant à l'ensemble des choses considérées globalement) organisé, cohérent et harmonieux. On sait en effet que *kosmos* signifie originellement « ornement » et a donné le « cosmos » de « cosmologie » comme celui de « cosmétique » [Brague, 1999]. Cet univers harmonieux serait-il un artefact de l'écriture alphabétique ? C'est une hypothèse suscitée par les possibilités classificatoires induites par les listes que l'écriture permet de constituer.

Le tableau est le fait de représenter un ensemble de rapports entre des unités à travers leur position respective selon les deux dimensions de l'espace de l'écriture : être à gauche ou à droite, être au dessus ou au dessous, sont les deux types de relations spatiales qui permettent de mettre en relation sémantique les unités ainsi disposées. Dans un tableau, l'unité occupant une case prend une signification déterminée, à tout le moins conditionnée, par la position de la case dans le tableau. Le mode de pensée induit par le tableau est alors le système : un tableau spécifie des relations entre les cases, et permet par exemple de prévoir a priori, de manière systématique, la valeur devant occuper une case, du fait de la position de cette dernière. L'exemple le plus fameux est sans doute le tableau de Mendeleïev des éléments, dont la systématisme a permis de prédire, lors de sa formulation, que de futurs éléments (comme l'uranium) devaient être trouvés.

Enfin, la formule. La formule est un procédé permettant de mener des raisonnements en fonction seulement de la forme, sans avoir à prêter attention à la signification. La forme prenant en charge dans sa structure ce qu'il faut retenir des significations considérées, il suffit alors de manipuler la forme pour mener à bien les raisonnements sur le contenu ou la signification. C'est ce qui est à la base de la logique formelle et plus généralement des mathématiques. Le problème n'est pas tant le fait de savoir si le formalisme permet de mener le raisonnement indépendamment du contenu, ce dernier pouvant même être remis en question (existe-t-il vraiment ?), mais le fait de pouvoir se fier à la forme.

Se fier à la forme est l'attitude à la base de tous les formalismes, notamment ceux qui seront à l'origine de l'informatique et du numérique. Comme nous l'avons rappelé plus haut (cf. 2.2.2) Hilbert considère l'écriture mathématique de manière purement formelle, c'est-à-dire en ne considérant que les signes utilisées indépendamment de leur signification, préfigurant ainsi, grâce aux structures cognitives engendrées par l'écriture, en particulier par la structure de formule, l'informatique.

La métaphore de l'écriture se poursuit encore avec Turing, le père de l'informatique, lorsqu'il proposa une machine abstraite conçue de la manière suivante [Turing, 1995] : on dispose d'une bande mémoire infinie composée de cases ne pouvant contenir qu'un et un seul symbole (c'est en fait la feuille de papier sur laquelle travaille le mathématicien), une tête de lecture et d'écriture, se déplaçant sur la bande mémoire de case en case (une à la fois), pouvant lire et écrire un sym-

bole (c'est le stylo du mathématicien), et enfin un état interne de la tête de lecture (c'est l'état mental du mathématicien)¹⁴. Un programme, purement formel permet de déterminer ce que doit écrire la tête de lecture et comment elle doit se déplacer en fonction de qu'elle lit et de son état interne. Autrement dit, en fonction de ce qu'il pense et de qu'il voit, le mathématicien écrit un symbole sur sa feuille de papier. La métaphore ne doit pas nous égarer : les manipulations de symboles sur la bande mémoire sont purement formelles, et le fonctionnement de la machine de Turing ne repose sur aucune interprétation ni signification associées aux symboles, mais uniquement sur leur forme.

Autrement dit, le formalisme, issu de la structure de formule rendue possible selon Goody par l'écriture, a permis d'engendrer l'idée de systèmes automatiques manipulant des signes formels : une écriture formelle automatique, qui s'écrit en quelque sorte toute seule. Cette idée a engendré l'informatique, technique permettant de manipuler automatiquement les inscriptions symboliques, qu'elles représentent des nombres, des lettres, ou n'importe quoi d'autre. De la même manière que l'écriture a permis d'engendrer un mode particulier de pensée, la question peut être posée de savoir si on peut constater un phénomène semblable avec l'informatique et le numérique : en quoi le recours à des représentations calculées induit-il une rationalité particulière ?

2.3.2 Le noème du numérique

Si le numérique doit permettre de modifier les catégories cognitives du fait des outils techniques qu'il permet d'élaborer, comment caractériser le numérique pour déterminer ses marques et propriétés essentielles ?

La révolution hilbertienne à l'origine de l'informatique (cf. *supra*) repose sur le fait de considérer des symboles formels, uniquement en fonction de leur forme syntaxique et indépendamment de leur sémantique. L'enjeu est de traduire les ré-écritures effectuées sur les représentations symboliques du fait de leur sémantique (quand on comprend ce qu'elles signifient) par des transformations syntaxiques aveugles, simplement prescrites par des règles formelles s'appliquant aux représentations uniquement en fonction de leur forme et indépendamment de leur sens.

De ce point de vue, le signe informatique n'existe pas en vue de sa signification mais en vue de sa manipulation. Le signe est une valeur relationnelle, non pas dans un réseau de signification, mais dans un réseau d'unités discrètes dont les

¹⁴Turing écrit : « Un homme en train de calculer la valeur d'un nombre réel peut être comparé à une machine susceptible de se trouver dans un nombre fini d'états q_1, q_2, \dots, q_n , que nous appellerons ses *m-configurations*. La machine est alimentée avec une *bande* (analogue au papier qu'utilise l'homme), divisée en sections (appelées *cases*), dans chacune desquelles peut être inscrit un *symbole*. Dans la case r est inscrit le *symbole inspecté*, le seul dont la machine est pour ainsi dire « directement consciente ». Cependant, la machine peut garder trace de certains des symboles qu'elle aura vus (*inspectés*) précédemment en modifiant sa *m*-configuration. A chaque instant, la liste des comportements possibles de la machine est entièrement déterminée par sa *m*-configuration q_n et le symbole inspecté $S(r)$. » [Turing, 1995, p. 51]

relations établissent leur signification par le calcul. La discrétisation n'existe que pour la manipulation. On ne peut désolidariser le calcul du discret : il n'y a de calcul que sur du discret, et du discret que pour du calcul ;

discret → **calcul** : le discret implique que l'on dispose d'unités ; mais ces unités ne prennent leur valeur que dans leur combinatoire, c'est-à-dire par leur calcul ;

calcul → **discret** : on ne peut avoir de processus calculatoire que sur des unités, des quanta, qui marquent des ruptures sur la continuité ;

La numérisation d'un contenu le rend d'emblée manipulable. La possibilité de manipulation est en effet co-originale avec la nature même du support numérique. Cela implique qu'il n'est pas possible de savoir si des manipulations ont déjà été effectuées ou non, si le document a été falsifié ou non. Le contenu ne porte pas sur lui les traces de sa manipulation : il ne véhicule pas sur lui sa genèse ni les étapes de sa construction. L'état binaire ou numérique d'un document ne permet pas de savoir comment il a été construit, par quelles opérations il a été réalisé. Le résultat d'un calcul ne permet de savoir de quelle nature est le calcul. Autrement dit, un document numérique n'a pas de mémoire. Il est d'emblée falsifiable et possiblement falsifié. Ainsi, l'essence du numérique, ce que, à l'instar de Roland Barthes [Barthes, 1980] qui parle du noème de la photographie¹⁵, nous appelons le noème du numérique, est-elle : « ça a été manipulé ».

Quelle peut être alors le propre du numérique quand il s'applique à un procédé ou à un contenu ? Puisque la manipulation repose sur la discrétisation et réciproquement, le propre du numérique est donc de *décomposer* le procédé ou le contenu en unités formelles pour librement les *recombinaison*. Décomposition et recombinaison constituent la tendance technique¹⁶ du numérique : les applications numériques doivent être comprises comme des réalisations plus ou moins réussies ou achevées de cette tendance. Par exemple, la numérisation du flux audiovisuel a permis de discrétiser le flux et de manipuler les unités obtenues indépendamment les unes des autres : accès direct au contenu, recombinaison éditoriale sont des illustrations des possibilités offertes par cette tendance technique.

¹⁵En effet, Roland Barthes recherche ce qui est supposé par toute contemplation d'une photographie. Or, la photographie consistant à faire coïncider le flux photonique émanant d'une réalité sur une pellicule, il existe une relation causale entre la photographie et ce qui est photographié : quand nous voyons une photo, nous savons que cette photo a nécessairement, causalement, coïncidé avec ce qu'elle montre. Ce savoir, cette supposition à travers laquelle considérons toute photo, ce noème de la photographie est donc : « ça a été ».

¹⁶La notion de tendance technique vient d'A. Leroi-Gourhan qui présente ainsi ce terme : « Pour distinguer cette propriété toute spéciale de l'Évolution, qui rend en quelque sorte prévisibles les conséquences de l'action « milieu extérieur-milieu intérieur », nous avons pris à notre compte le terme philosophique de « tendance ». Nous y voyons un mouvement, dans le milieu intérieur, de prise progressive sur le milieu extérieur. [...] La tendance qui, par sa nature universelle, est chargée de toutes les possibilités exprimables en lois générales, traverse le milieu intérieur, baigné par les traditions mentales de chaque groupe humain : elle y acquiert des propriétés particulières, comme un rayon lumineux acquiert en traversant des corps différents des propriétés diverses, elle rencontre le milieu extérieur qui offre à ces propriétés acquises une pénétration irrégulière, et au point de contact entre le milieu intérieur et le milieu extérieur se matérialise cette pellicule d'objets qui constituent le mobilier des hommes. » [Leroi-Gourhan, 1973, p. 336 - 339]. En première approximation, le milieu extérieur est la nature matérielle et physique, et le milieu intérieur correspond à l'environnement social et culturel.

Le numérique est le manipulable et recombinaison par essence ; tout ce que nous savons en considérant un contenu numérique, c'est qu'il résulte d'une reconstruction calculée et que notre lecture ou notre action va le recombinaison. Le numérique, c'est le falsifiable et le toujours falsifié. Le numérique est davantage du côté de la peinture que de la photographie, même s'il reprend de cette dernière ses applications et permet d'élaborer des appareils de photographie numérique ; mais qui intègrent dès la prise de vue des possibilités de retouche et de manipulation.

En revanche, la manipulation, qui constitue donc l'essence du numérique, est bien une transformation effective et matériellement objectivable. Mais, cette transformation ne peut être considérée à partir de significations qui seraient associées aux symboles formels car, par définition du formel, il n'en possède pas. Le calcul ne peut donc que poser sa propre effectivité, sans poser quoi que ce soit d'autre. Le calcul est *autothétique*¹⁷ : il est une effectivité qui se pose soi-même. Mais il n'est pas *orthothétique*¹⁷ [Stiegler, 1994], car il ne pose rien en dehors de lui-même, et, par force, il ne pose rien de manière exacte. Par conséquent, l'orthothèse numérique n'est pas possible pour deux raisons :

- un contenu numérique est d'emblée falsifiable, car il ne porte pas trace de sa genèse ni de sa constitution ; il pose exactement une effectivité calculatoire : il a été calculé, mais ne permet de rien dire sur l'éventuelle conformité du résultat calculé avec une extériorité qu'il poserait exactement ;
- le calcul est autiste : il ne renvoie à rien d'autre que lui-même ; l'orthothèse se mue en autothèse.

Le noème du numérique, le « ça a été manipulé », caractérise le numérique à travers sa tendance technique de manipulation/recombinaison, et affirme son autothéticité.

2.3.3 La raison computationnelle

Nous aborderons cette question sous deux angles : d'une part, quel serait l'apport cognitif ou phénoménologique du calcul formel et de l'informatique à la connaissance, à l'instar de l'écriture qui propose une synthèse synoptique spatiale de ce qui dispersé dans le temps ; d'autre part quelles seraient les structures de pensée fondamentales suscitées par l'informatique, à l'instar de ce que sont la liste, le tableau et la formule pour l'écriture ?

Si l'écriture permet la synthèse du temps dans l'espace, en permettant que ce qui est dispersé dans le temps (flux de la parole) soit rassemblé dans l'unité d'une représentation spatiale synoptique, offrant au regard de l'esprit la possibilité de repérer des configurations synthétiques constituant de nouveaux concepts, l'informatique permet le déploiement de l'espace en temps. En effet un programme n'est pas autre chose qu'un dispositif réglant un déroulement dans le temps, le calcul ou l'exécution du programme, à partir d'une structure spécifiée dans l'espace, l'algorithme ou programme. L'algorithme spécifie que, les conditions initiales étant

¹⁷Voir le glossaire.

réunies, le résultat ne peut manquer d'être obtenu, selon une complexité donnée. Le programme est donc un moyen de certifier l'avenir, d'en éliminer l'incertitude et l'improbable pour le rapporter à la maîtrise. Le temps de l'informatique n'est donc pas une disponibilité à ce qui va venir, aussi improbable que cela puisse être, mais la négation du futur dans son ouverture pour le réduire à ce qui peut s'obtenir à partir du présent. Le calcul, c'est le devenir, dans l'ouverture, la disponibilité à l'être, réduit à ce qui est à-venir, dans la certitude de la prévision formalisée.

Le calcul instaure une espèce d'équivalence ou correspondance entre temps et espace : le temps devient celui qui est nécessaire à l'exploration systématique d'un espace de calcul, comme parcours de tous les cas possibles d'une combinatoire ; l'espace devient l'espace qu'il faut parcourir en un certain nombre d'étapes, spécifiées par le calcul. Mais l'espace et le temps sont duaux : l'espace est celui que l'on peut parcourir à travers les étapes du calcul ; le temps, ce sont les étapes nécessaires au parcours de l'espace.

Dans ces conditions, quelle est la fonction cognitive du calcul correspondant à la spatialisation synoptique de l'écriture ? Nous proposons la notion d'exploration systématique. Le calcul, c'est ce qui permet de parcourir systématiquement un espace de possibles. Ces possibles sont possibles en tant qu'ils sont calculables, et le calcul les parcourt pour les examiner et leur appliquer un critère donné. C'est cette notion d'exploration systématique qui permet de dériver les structures conceptuelles caractéristiques d'une raison computationnelle. Nous proposons de considérer la notion de programme, de réseau et de couche.

Le programme est à la raison computationnelle ce que la liste est à la raison graphique. Autant la liste permet de catégoriser et de classer, d'offrir une synopsis spatiale, le programme permet de spécifier un parcours systématique : l'exécution du programme n'est alors que le déploiement temporel de la structure spatiale symbolique qu'est le programme. Le réseau est à la raison computationnelle ce que le tableau est à la raison graphique. Alors que le tableau propose une structuration et une systématisme entre les contenus répartis dans les cases du tableau, le réseau propose un mode de communication et répartition entre les cases du tableau. C'est un tableau dynamique.

Enfin, la couche est à la raison computationnelle ce que la formule est à la raison graphique. La formule permet en effet de considérer la forme abstraction faite du contenu : la couche permet de considérer des relations calculatoires entre des unités abstraction faite des calculs sous-jacents impliqués. La notion de couche en informatique, via celle d'implantation et de compilation, permet de représenter les structures formelles en faisant abstraction des calculs élémentaires induits, comme la formule permet de s'abstraire du sens.

Ces structures cognitives sont fondamentales et affectent désormais nos modes de pensée. La raison graphique a produit la raison classificatoire, la raison computationnelle produit la pensée en réseau et le temps de la prévision. Pour une raison graphique, le réseau n'est pas une structure de l'intelligible : le réseau, échappant à la synopsis spatiale de fait de sa complexité, est un labyrinthe où l'on

Raison graphique	Raison computationnelle
Liste	Programme
Tableau	Réseau
Formule	Couche

FIGURE 3.2 – Raison graphique et raison computationnelle

se perd. C'est une figure de l'irrationnel, et non une manière de penser le monde. L'interaction et la communication selon la structure des réseaux sont devenues intelligibles car le calcul permet de réduire la complexité et de parcourir l'ensemble des possibles induit par les réseaux et par les programmes qui en spécifient le comportement.

De même, la notion de couche est une manière de réduire la complexité et de rapporter une masse quasi infinie de calculs formels à des structures plus intelligibles pour l'être humain. Les structures en réseau et en couche, via les programmes qui les réalisent et les rendent effectives, permettent d'aborder le réel non comme une structure hiérarchisée et organisée en classes, mais de le considérer comme une dynamique déployant une rationalité et un ordre sous-jacents : le monde n'est que l'exécution de programmes qui temporalisent les relations qu'ils spécifient. Non pas qu'il faille sous-entendre qu'il y ait un seul programme sous-jacent, mais au contraire que plusieurs ordres interagissent ensemble. Ces interactions n'étant pas forcément prédictibles ni cohérentes, il faut alors en rechercher le programme et reconduire la recherche d'un ordre calculé. Si la taxinomie des espèces peut être une illustration de la pensée induite par la raison graphique, le code génétique est celle de la pensée induite par la raison computationnelle.

2.4 Inscription et numérique : la désorientation symbolique

Les dites nouvelles technologies de l'information et de la communication nous mettent dans une situation d'abondance et de profusion de contenus symboliques. Ces contenus, produits ailleurs et par d'autres, se présentent à la consultation sans qu'il soit possible d'en avoir ni l'origine (d'où vient-il, pourquoi, quelle est son intention initiale) ni la genèse (comment est-il fait, construit, quelles versions aurait-il eues antérieurement, quelles connexions avec d'autres contenus, etc.). Cette abondance de contenus, d'inscriptions, se présentent en excès par rapport à ce que nous pouvons discerner, comme un donné dont la construction nous échappe, comme une extériorité dont l'étrangeté nous frappe. Dans un tel contexte, l'enjeu est de ne pas être submergé, *désorienté*, c'est-à-dire de savoir comment se saisir de cette masse pour lui donner un ordre, une structure, un sens.

Cette situation n'est cependant après tout que l'amplification de ce que doit affronter toute interprétation : aborder un texte comme un fait, un donné dont il faut se saisir pour en établir la signifiante (comment déterminer ce qui fait signe dans le texte) et établir la signification. Aussi, l'interprétation d'un texte n'est-elle

pas le fait de retrouver ou décoder des significations déjà-là associées à des unités signifiantes déjà définies, déterminées et délimitées, mais elle consiste plutôt en un parcours interprétatif, effectué en fonction de conventions ou normes culturelles et sociales, de codes linguistiques, et d'une visée ou intention interprétative (cf. [Rastier, 2001]).

Néanmoins, ce constat reste paradoxal dans la mesure où les contenus dont il est question ont été créés, écrits, produits, bref construits. Pourtant, les interpréter n'est en rien les déconstruire, au sens où il s'agirait de refaire à l'envers le processus ayant conduit à leur production, de décoder un contenu dont l'intelligibilité tiendrait dans son mode de production. L'interprétation correspond à une construction dont les principes ne sont pas associés directement aux contenus. Dans cette optique, on pourrait mobiliser des structures transcendantales de la compréhension et de l'interprétation, où la construction du sens s'effectuerait conformément à des concepts conditionnant a priori toute lecture. Mais on peut également mobiliser le fait que toute lecture s'effectue en fonction de normes culturelles et sociales, qui jouent alors le rôle de structures transcendantales, mais historiquement constituées, variables et évolutives. Constituantes des lectures, constituées également par elles, les normes structurent l'horizon du sens.

Dans un cadre à la technologie très élaborée comme celui des contenus numériques, on peut constater un déficit d'intelligibilité des inscriptions alors qu'elles sont construites. Savoir qu'elles sont construites ne permet pas de mieux les aborder. En particulier, le numérique et le calcul permettent d'aborder des constructions de grande complexité et d'explorer systématiquement des espaces qui resteraient inintelligibles sinon. Cependant si le parcours de cet espace peut être programmé et effectué, l'intelligibilité des résultats de ce parcours n'est pas forcément acquise. En effet, le calcul permet d'automatiser des opérations formelles en grand nombre si bien que les résultats obtenus sont souvent difficilement appréhendables et les rapporter à la rationalité qui a présidé à l'écriture du programme s'avère souvent impossible. Autrement dit, si le calcul permet d'aborder la complexité de l'espace en le réduisant aux étapes d'un calcul, le problème de la complexité de calcul et de l'intelligibilité de ses résultats demeure. On peut s'en rendre compte en considérant la situation qu'offre le Web aujourd'hui et celle que proposera probablement le Web sémantique de demain : l'internaute se trouvera confronté à des résultats obtenus par l'interaction de sources hétérogènes, parfois incomplètes et fautives, selon des protocoles et des calculs complexes. Ne connaissant pas les sources mobilisées, ne contrôlant pas les calculs menés, l'internaute se trouve confronté à une masse de résultats et de documents qui ne sont pas a priori intelligibles pour lui. Le calcul offre donc une situation paradoxale qui est celle de susciter un déficit d'intelligibilité, de compréhension, en face d'un ensemble de résultats et d'objets issus de la rationalité calculatoire. Mais cette situation n'est pas propre au numérique, qui n'en est qu'un amplificateur et révélateur supplémentaire. La désorientation est en effet constitutive de l'acte de penser et inhérente à la connaissance et ses supports.

2.4.1 La désorientation originaire

Penser est un acte créant une désorientation, constituant une indétermination où la liberté humaine trouve son espace et peut construire son orientation et la décision de son avenir. Pour argumenter ce point de vue, nous empruntons le vocabulaire de Bergson dans *Matière et mémoire*. Quand l'homme est plongé dans l'action matérielle et physique, sa décision est totalement déterminée par les circonstances de la situation. L'après est déterminé par l'avant, sans qu'il y ait une place, un jeu (au sens d'un jeu entre deux pièces mécaniques) dans lesquels la décision puisse intervenir. Bergson écrit ainsi :

« Mais si le système nerveux est construit, d'un bout à l'autre de la série animale, en vue d'une action de moins en moins nécessaire, ne faut-il pas penser que la perception, dont le progrès se règle sur le sien, est tout entière orientée, elle aussi, vers l'action, non vers la connaissance pure ? » (Bergson, 1990, p. 27)

Le fait de penser permet de prendre du recul et de la hauteur à propos de la décision, et d'élargir l'horizon des faits et causes à prendre en compte pour déterminer l'action. Cet horizon comporte des éléments potentiellement contradictoires : il faut donc introduire la réflexion pour décider quels éléments retenir et quelle conclusion tirer. Si penser, c'est pouvoir s'élever hors de la causalité immédiate, c'est pouvoir considérer dans la médiation du concept et du symbole des éléments passés et une infinité de situations, il en ressort que la pensée est originairement désorientante, et que le propre de la réflexion est davantage la perplexité que la décision. Bergson note ainsi comment le fait que la perception élargit son champ augmente l'autonomie de l'entité percevante :

Par la vue, par l'ouïe, il se met en rapport avec un nombre toujours plus grand de choses, il subit des influences de plus en plus lointaines ; et soit que ces objets lui promettent un avantage, soit qu'ils le menacent d'un danger, promesses et menaces reculent leur échéance. La part d'indépendance dont un être vivant dispose, ou, comme nous dirons, la zone d'indétermination qui entoure son activité, permet donc d'évaluer *a priori* le nombre et l'éloignement des choses avec lesquelles il est en rapport. Quel que soit ce rapport, quelle que soit donc la nature intime de la perception, on peut affirmer que l'amplitude de la perception mesure exactement l'indétermination de l'action consécutive, et par conséquent énoncer cette loi : *la perception dispose de l'espace dans l'exacte proportion où l'action dispose du temps.* (Bergson, 1990, p. 29)

Cependant, alors que Bergson souligne cet aspect de la perception pour montrer en quoi la mémoire et le souvenir pur sont d'un ordre différent de la perception et de l'action, nous y voyons le principe même de la pensée et de sa désorientation originaire.

Le numérique, dans ce contexte, élargit de manière inédite le champ des éléments à prendre en compte. Ses principaux usages ont souvent été axés sur l'exhaustivité et la permanence : conserver tout ce qui a été dit ou fait sur une question ; avoir la trace de tous les échanges lors d'une prise de décision ; etc. Cette

possibilité, mise en œuvre sans élaborer des principes associés d'orientation dans les faits pertinents, sans la réduction et la synthèse selon des critères propres à l'action ou la réflexion, n'accroît que la perplexité sans réellement élargir le champ des actions possibles.

De manière plus dramatique, la désorientation suscitée par la masse des éléments virtuellement sans fin ni limites exténue le désir du sens car elle en compromet l'issue. La présomption qu'une décision est possible et qu'une action est souhaitable est abandonnée : le parcours interprétatif est suspendu car la dynamique interprétative enclenchée par le désir de faire et de comprendre est bloquée (cf. [Stiegler, 2002]). Cette perte de sens, car perte du sens vers où se diriger, est sans doute le syndrome des civilisations fondées sur la mémoire et les technologies de l'intelligence. Plus le futur paraît incertain, plus l'action sera dirigée vers la répétition du passé, pour se figer pour finir dans la contemplation d'une origine irénique où le sens aurait été plus facilement accessible et appropriable. Illusion où l'on lit le passé dans la rationalité rétrospective du futur qui s'est produit : les incertitudes du temps devenant les causes et les facteurs de changement de l'avenir qui allait survenir [Flichy, 1995].

2.4.2 Les opérations de la synthèse discursive

Comment affronter cette désorientation originaire amplifiée par les technologies d'inscription numérique au point d'exténuer le désir de sens ? La désorientation provient de la distanciation par la pensée de l'ordre immanent des choses et des actions concrètes. Alors que, dans un ordre instinctif et physique, l'action est *immédiate*, dans la mesure elle survient sans médiation ni représentation aux éléments du réel la déterminant, dans l'ordre rationnel de la réflexion, l'action devient médiante et fondée sur une représentation.

Or, la représentation, du fait de sa distanciation du réel, n'est pas gagée sur l'ontologie et la réalité des choses, Elle n'est pas la représentation vérace causée par la matérialité des choses. C'est pourquoi construire et élaborer une science est si difficile : il faut reconduire la représentation à la véracité, la fonder sur l'Être et le Vrai alors que telle n'est pas sa fonction ni sa vocation. La représentation est une médiation qui doit fournir un sens à l'action, une orientation au devenir. Le problème n'est donc pas qu'elle soit vraie, mais qu'elle soit intelligible, lisible pour déterminer comment agir. Le réel dont la représentation est un lointain lieutenant symbolique est trop complexe si bien qu'il est plus important d'avoir une raison d'agir que d'avoir une bonne raison, ou une raison vérace. Mais, quand les inscriptions et les représentations deviennent nombreuses, que les conditions de leur création sont oubliées et perdues, que leur articulation est inintelligible, les lire et se les approprier ne débouchent sur aucune orientation ni sur un sens pour l'action.

Autrement dit, l'ordre des inscriptions et des représentations devient un ordre autonome et séparé de l'ordre des choses, qui serait la réalité et qui serait fondé

sur une ontologie. Dans cette optique, nous ne sommes pas seulement confrontés à une nature sensible nous proposant des sensations. Nous sommes également confrontés à une *nature discursive* nous proposant non des sensations mais des inscriptions. Ces inscriptions, pour être produites par notre technique et à partir d'intentions de communication, n'en constituent pas moins un donné, un divers discursif et symbolique pour reprendre une expression d'inspiration kantienne, que nous devons nous rendre intelligible.

Il apparaît donc une problématique où l'enjeu n'est pas seulement l'objectivation de la nature, au sens où par exemple la philosophie kantienne explique comment du divers de nos sensations se construit un objet perçu, mais l'interprétation des inscriptions. Le problème kantien (et non sa solution) se redouble sur le problème du sens : face à la désorientation conceptuelle il faut trouver comment construire le sens à partir du divers des inscriptions.

La désorientation conceptuelle dans laquelle nous entraîne les inscriptions se manifeste par une dispersion du sens : l'interprétation n'aboutit pas car le parcours se perd dans des manifestations matérielles désordonnées. L'enjeu est de déterminer comment le parcours peut aboutir à une interprétation qui sera reconnue comme telle : le problème n'est pas d'aboutir à une interprétation donnant le sens véritable des inscriptions, ces dernières pouvant susciter une pluralité de sens possibles, et ne pas donner lieu à des interprétations claires ou cohérentes. Il est des herméneutiques de l'obscurité comme de la clarté, et l'une n'est pas à privilégier plus que l'autre. La désorientation n'est donc pas l'échec constaté devant des inscriptions obscures, mais l'abandon de toute stratégie interprétative, le renoncement à la présomption du sens : la dispersion est telle qu'elle annule toute velléité d'interprétation.

Alors que la dispersion temporelle du divers sensitif kantien interdisait la donation directe de l'objet, la dispersion des inscriptions interdit la présomption immédiate du sens. Quelles sont donc les médiations auxquelles il faut recourir pour mener à bien les différentes stratégies interprétatives ? Les médiations qui sont à considérer sont celles qui conféreront suffisamment d'unité à un ensemble d'inscriptions pour qu'il suscite une présomption du sens. Ces médiations sont de plusieurs types :

Médiation philologique : la philologie est l'art d'établir les textes. En généralisant comme il convient, la médiation philologique consiste à déterminer les conditions d'établissement des inscriptions, leur reconnaissance en tant que telles. Quelles sont leurs conditions de production, de réception, d'interprétation ?

Médiation herméneutique : l'herméneutique est l'art d'interpréter les textes. Nous la considérons ici comme une herméneutique matérielle, c'est-à-dire philologique, dans la perspective de la médiation philologique précédente. La médiation herméneutique consiste donc à déterminer les conditions d'interprétation et d'établissement du sens des contenus.

Médiation rhétorique : la rhétorique [Desbordes, 1996] est classiquement l'art de persuader. Mais, à la suite de [Carruthers, 2002a, Carruthers, 2002b], on retiendra essentiellement de la rhétorique qu'elle est un art d'inventer reposant

sur la maîtrise mnémotechnique d'un fond commun partagé d'arguments et de lieux littéraires. La médiation rhétorique, c'est la reconnaissance dans les inscriptions d'un « nous » partagé à partir duquel on entreprend et élabore sa propre invention, sa propre interprétation. En reconnaissant dans l'inscription un *locus communis*, on présume et suppose son intelligibilité. Cette présomption permet d'entamer l'interprétation et de construire un sens qui sera local et spécifique.

Les médiations philologique et herméneutique font l'objet de la stimulante réflexion de [Rastier, 2001] auquel nous renvoyons pour approfondir ces points. Nous revenons dans les lignes qui suivent sur la médiation rhétorique. La rhétorique réapparaît comme un domaine d'étude et une discipline scientifique après une longue désaffection¹⁸. La tradition distingue 5 parties dans la rhétorique : l'invention ou l'art de trouver des arguments, la disposition ou l'art de les structurer, l'élocution ou l'art de les mettre en forme, l'action ou l'art de les déclamer et enfin la mémoire (voir par exemple [Reboul, 1991, Aquien and Molinié, 1999]). La mémoire est un art systématique dont l'orateur doit maîtriser les techniques. Ces techniques sont essentiellement les suivantes :

Les grilles numériques et alphabétiques : le principe est d'avoir une suite ordonnée que l'on peut parcourir systématiquement et à chaque unité de la suite on associe un élément à retenir. Ainsi, pour retenir les psaumes, on les numérote. Ensuite, pour le psaume 1, la première strophe sera numérotée 1.1, le premier vers 1.1.1 et on pourra apprendre par cœur le vers. On pourra lors s'exercer régulièrement à parcourir cette grille numérique pour se remémorer tous les psaumes [Carruthers, 2002a].

Les images suggestives : A l'instar des enluminures médiévales, une image frappante est associée à une idée ou un contenu à retenir.

Les supports des inscriptions : comme le font tous les étudiants, on se représente la page physique d'un texte que l'on lit mentalement. Le principe est de toujours se représenter la même page et de fixer sa mémoire sur cette image physique.

Les schémas narratifs : moins axé sur la perception, ce principe repose sur des structures narratives, d'histoires racontées. Ce sont à la fois des structures types que des récits littéraires dont l'apprentissage systématique permet d'en faire des bases pour aborder l'invention littéraire.

Les schémas argumentatifs : C'est le même principe que le précédent, mais appliqué au raisonnement : ce sont les lieux communs par exemple du tout et de la partie, des procédés démonstratifs consacrés par les grandes démonstrations, etc.

¹⁸Michel Meyer [Meyer, 1999] fait remarquer que la rhétorique, art de persuader, devient incontournable dans les périodes de mutation et de bouleversement ; quand les savoirs institués vacillent et que les certitudes ne sont plus reconnues comme telles, on s'en remet à la discussion, à la dialectique, et à l'art de s'entre-persuader. Plus profondément encore, Michel Meyer rappelle que la rhétorique est l'art permettant aux immigrants dans une culture qui leur est étrangère de l'assimiler et de la maîtriser. C'est ainsi que la rhétorique fut un pilier de la culture de la Rome antique, et de la culture du Nouveau Monde.

Ces techniques de la mémoire sont davantage que des cartes ou des boussoles. Elles sont plutôt des « maisons de la mémoire », d'où l'on vient et où on revient entre deux aventures du sens. Elles correspondent à ce que nous savons et elles nous constituent comme individus pensants car elles fournissent les bases à partir de lesquelles aborder et affronter la nouveauté. Ces maisons de la mémoire ne sont pas des maisons individuelles, mais des maisons communes, voire des monuments : elles se prêtent d'autant mieux à l'orientation qu'elles sont partagées et communes. En construisant une réponse à une situation nouvelle à partir d'une réflexion fondée sur ce sens commun, cette maison commune de la mémoire, elles permettent à un individu de montrer son individualité, de rendre son individualité perceptible comme une variation à partir d'un modèle commun et partagé.

L'art de la mémoire, c'est l'inventaire pour l'invention : ce sont les techniques permettant de parcourir les maisons communes de la mémoire pour inventer une réponse toujours nouvelle et singulière à une situation inédite et concrète rencontrée. Cette invention, au lieu d'affirmer une innovation radicale et démiurgique, à l'instar du héros romantique qui recherche une nouveauté en rupture avec tout ce qui existait déjà, plongeant le monde dans la *stupeur* ou suspension du sens, affirme une variation individuelle reconnaissable comme telle à partir d'une connaissance commune. Engendrer de la diversité sans compromettre l'intelligibilité, telle est la leçon de la rhétorique et son art de la mémoire.

Dans ce contexte, l'ingénierie des connaissances consiste dans l'élaboration des outils de la connaissance permettant de gérer et mettre en place les médiations philologiques, herméneutiques et rhétoriques.

2.4.3 Noogonie et ontogonie

Si l'ingénierie des connaissances doit participer à la maîtrise de la désorientation conceptuelle, c'est que cette ingénierie n'est pas tant fondée sur les sciences de la nature que sur les sciences de la culture. Si l'élaboration matérielle des dispositifs repose bien sur une physique de la matière et une logique formelle des représentations, leurs modélisation et utilisation reposent sur l'intelligibilité que les inscriptions véhiculent et transmettent. Cette dépendance de l'ingénierie des connaissances vis-à-vis des sciences de la culture provient essentiellement du fait que l'ordre des inscriptions n'est pas gagé sur la réalité matérielle ni sur une ontologie où l'Être et le Vrai seraient confondus. Nous revenons sur ce point pour conclure notre réflexion.

En dégagant le thème d'une « nature symbolique », nous voulons le distinguer de ce qui est habituellement compris en termes de « nature » et, en particulier, dégager les opérations de synthèse discursive de toute soumission à une ontologie. Autrement dit, la construction synthétique du sens n'a pas à être gagée sur une ontologie : avoir du sens, renvoyer à un sens possible, n'est pas être adossé un être possible. La philosophie kantienne nous a habitués à une manière d'aborder cette question :

- l'ordre de l'entendement est indépendant de la sensibilité : en particulier, les concepts de l'entendement ne sont pas donnés par l'abstraction empirique.
- ces concepts ne peuvent donner lieu à une connaissance que s'ils sont adossés à des perceptions ou intuitions sensibles : le concept n'est une connaissance que s'il est gagé sur un être perçu.
- les concepts de la raison peuvent avoir un sens en dehors de l'être perçu, notamment dans le domaine pratique où ils déterminent ce qui doit être : le devoir-être devient l'horizon du sens du concept.

Dans tous les cas, le concept n'a de sens que s'il renvoie à l'être, cet être étant scientifiquement attesté ou reconnu moralement nécessaire. Selon notre approche, le sens synthétisé par les opérations de synthèse discursive n'est pas un sens parce qu'il renvoie à de l'être, mais au contraire, il renvoie à de l'être parce qu'il fait sens. Autrement dit, les inscriptions prennent une dimension onto-gonique dans la mesure où ce n'est pas tant le contenu de l'inscription qui représente le réel que ce contenu même qui suscite un réel à sa ressemblance. L'être devient une conséquence du sens, et non l'inverse. C'est pourquoi, la construction du sens pour surmonter la désorientation conceptuelle ou la dispersion discursive passe par deux étapes :

une étape « noo-gonique » : les opérations de synthèse discursive permettent de réaliser un parcours interprétatif et de construire par conséquent une interprétation. Ces opérations sont créatrices et pourvoyeuses de sens, de pensées suscitées, organisées et structurées par le parcours interprétatif. A ce titre, ces opérations sont noo-goniques. C'est à ce niveau qu'opèrent les raisons graphiques et computationnelles.

une étape « onto-gonique » : le parcours interprétatif peut viser à produire un monde de référence en jouant sur des effets stylistiques, rhétoriques, sémantiques. Par exemple, les textes scientifiques ou théologiques sont rédigés en respectant l'univocité des termes nécessaire à l'évocation d'un monde de référence que le discours tente de fidèlement décrire. Tout parcours ne renvoie pas nécessairement à une ontologie et il est des discours qui piègent toute tentative de ce genre.

Comme la notion d' « expérience de pensée » le suggère, la pensée comme manipulation de concepts constitue une extériorité qui s'expérimente, qui s'impose et qui s'oppose, bref, qui est capable de nous dire non. Les systèmes numériques réalisent matériellement cette extériorité de la pensée discursive, que nous expérimentons souvent désormais par la simulation. La simulation en effet, est une expérimentation authentique sur nos inscriptions. Cependant, ces inscriptions portant souvent sur la formalisation de phénomènes sensibles, elles simulent ces derniers. Mais le calcul porte bien sur l'effectivité des concepts, et pas seulement sur une simulation des phénomènes.

Autrement dit, si la notion de simulation implique bien que nous ne sommes pas dans la réalité ultime, celle de la perception effective et autoréférentielle, c'est que le monde dans lequel la simulation s'effectue n'est pas le monde de l'être et de du réel. Mais ce monde n'est pas rien : il possède sa propre consistance et nous oppose son altérité. La rhétorique antique et médiévale nous le rappelle à sa façon. Comme

le montre Mary Carruthers dans son ouvrage magistral, les lieux de la rhétorique fonctionnent comme des générateurs rhétoriques pour l'invention : elle recourt à la locution de *machina memorialis* pour montrer combien ces lieux, systématiquement explorés, deviennent de véritables machines à inventer des discours.

Ces réflexions sont ainsi très proches des considérations de Bernard Stiegler qui note dans *La technique et le temps : le temps du cinéma* :

« Si l'on admet que de telles lignées (Les lignées d'objets techniques) ne sont possibles que par l'invention de possibles qui ne sont pas déjà contenus dans le réel ou, pour parler comme Simondon, si l'on ne se donne pas d'avance l'individu pour expliquer l'individuation, car là est toute la question, il faut remettre en cause la distribution des rôles entre les deux sources de la connaissance que sont l'intuition et l'entendement. Est-il encore possible de dire que « la plus grande extension des concepts au-delà de *notre* intuition sensible ne nous sert à rien », dès lors que l'imagination comme faculté d'invention s'avère, précisément à son époque technoscientifique, susceptible de *rendre intuitif ce qui ne l'était pas au moment de sa représentation* et de ce que l'on peut appeler sa *conception*, et qui consistait tout d'abord en ce que l'on nomme aujourd'hui des chimères, c'est-à-dire en *fictions issues des spéculations de la raison* ? » p. 287-288.

Néanmoins nous introduisons une nuance : la technique devient fictionnante dans la mesure où non seulement elle permet de réaliser ce qui est planifié, mais où elle devient elle-même une machine ou un dispositif à produire de la fiction : ce que la nature symbolique nous rappelle, c'est le pouvoir indéfiniment créateur de pensées (noo-gonie) des techniques d'inscription. Avant de créer des chimères, les techniques d'inscription créent de l'impensé, mais non de l'impensable. Le chimérique vient en un second temps, quand la noogonie se fait ontogonie, et que la création de l'inscription qui donne à penser devient la création de l'objet qui est pensé, en donnant corps au sens.

Mais, réalisation technique et noo-gonie ne sont pas articulées directement : le plan du sens est « décroché » vis-à-vis du plan des choses ; avoir du sens n'implique pas qu'il faille renvoyer à un être possible ou constructible. La citation de B. Stiegler laisserait penser qu'il y a d'abord fiction chimérique puis réalisation technique, le schématisme, intermédiaire entre raison et sensibilité, étant polarisé de la raison vers la sensibilité. Notre position est que l'être et le sens sont mutuellement chimériques l'un par rapport à l'autre : la technique des choses, *i.e.* les techniques de transformation construisent des objets qui excèdent notre pensée. Les techniques d'inscription produisent des sens incompatibles avec toute ontologie ou en excès par rapport à l'ontologie de notre action effective. S'il y a ce qu'il faut sans doute appeler un idéalisme de l'interprétation stieglerienne, nous le reprenons pour y voir un idéalisme et un matérialisme mutuellement en excès car procédant chacun de techniques distinctes mais productives.

2.4.4 Sens et inscription

La dernière question qu'il faut aborder ici dans l'élaboration d'une notion de nature symbolique est le problème suivant : comment peut-on parler d'une nature symbolique autonome par rapport à la nature physique, dont le sens n'est pas gagé sur l'ontologie sous-jacente à la nature physique, alors que les inscriptions qui la constituent sont intégralement matérielles ?

Pour traiter ce problème, il nous semble utile de revenir à la phénoménologie des *Recherches Logiques* de Husserl, en particulier la première. En effet, dans ces recherches, le phénoménologue étudie les modalités de l'intentionnalité pour en distinguer deux essentielles : l'intuition et la signification. L'intentionnalité correspond au fait que toute conscience est conscience de quelque chose, et que la pensée se caractérise par le fait que l'individuation des pensées s'effectue par ce qu'elles pensent, (je pense à un chapeau) et comment elles le pensent (je le hais) et pas seulement par ce qu'elles sont. L'intentionnalité est donc le fait d'être à propos d'autre chose. Les modalités intuitives et signitives de l'intentionnalité s'articulent de la manière suivante : je pense mentalement qu'il y a un merle dans le jardin ; je le vise donc intentionnellement car c'est l'objet de ma pensée. C'est la signification. Je me tourne vers la fenêtre et je vois un merle dans le jardin : non seulement je pense et vise le merle, mais à présent, je le vois. C'est l'intuition. La signification correspond donc au fait de se rapporter à un objet, de le viser, mais « à vide », alors que dans l'intuition, l'objet visé est présent, donné « en chair et en os ».

La première recherche logique étudie la signification et montre qu'elle est fondée sur un substrat perçu qui sert de base à la visée. Mais cette visée n'est pas un simple renvoi, une « indication » dans le vocabulaire de Husserl, comme par exemple la fumée renvoie ou indique le feu, le nœud à mon mouchoir indique une chose à se remémorer, etc. La visée en jeu ici est une « signification » où la perception de l'inscription matérielle (corporelle ou externe) renvoie de manière immanente à l'objet visé. Ainsi, si la signification comme intentionnalité repose donc bien sur un substrat matériel, sa structure et le sens qu'elle dévoile ne sont pas compris dans le réel ni dans ses lois.

Dans la phénoménologie husserlienne, il y a de manière sous-jacente le fait que la signification doit toujours renvoyer à une intuition, reprenant ainsi la posture kantienne. Cependant, pour rendre justice des structures de la signification, il faut considérablement élargir le domaine de l'intuition : l'intuition des essences et l'intuition catégoriale inscrivent dans le plan de l'être ce que permet de viser la signification.

Dans la lecture qu'en propose Joscelyn Benoist¹⁹, la signification se déploie en une grammaticalité qui n'est pas réductible au plan de l'intuition. Autrement dit, le plan de la signification n'est pas seulement la visée à vide du réel que l'intuition viendrait remplir, les structures de la signification renvoyant en creux à celles de l'intuition. La signification recèle une autonomie échappant au plan de l'être.

¹⁹Notamment dans [Benoist, 1999, Benoist, 2001].

Nature physique	Nature symbolique
Esthétique perceptive	Esthésie
Divers spatio-temporel	Divers discursif
Confusion des sens	Désorientation conceptuelle
Synthèse objectivante	Parcours interprétatifs
Objectivation de la nature	Interprétation des inscriptions
Concepts de la raison	Normes et convention
Schémas de l'entendement	Inventaire rhétorique
Techniques de transformation	Technique d'inscription
Ingénierie physique	Ingénierie des connaissances

FIGURE 3.3 – Nature physique et nature symbolique

Autrement dit, notre théorie d'une nature symbolique s'étaye à différents niveaux :

- un niveau rhétorique et sémantique, où les opérations de synthèse discursive permettent de construire un parcours interprétatif ;
- un niveau phénoménologique où le plan symbolique se construit bien à partir d'un substrat matériel, mais ne s'y réduit pas. La noo-gonie ne s'effectue pas dans le cadre d'une ontologie.

Comment la nature symbolique et la nature sensible s'accordent-elles ? Leur cohérence n'est pas nécessaire, et une inscription n'est pas dépourvue de signification si elle ne renvoie pas à une expérience sensible possible. Elle est elle-même une expérience symbolique. Il nous reste à comprendre comment le sens, le sensible et le sensé communiquent et s'articulent dans notre expérience sensible et symbolique. Les systèmes numériques nous aident à mieux poser le problème, en ajoutant à la confusion des sens la dispersion des inscriptions.

3 Conclusion : inscriptions et ingénierie des connaissances

L'ingénierie des connaissances étudie les procédés techniques de manipulation des inscriptions en vue de leur interprétabilité. L'enjeu est de surmonter la désorientation conceptuelle inhérente aux inscriptions qui, dans leur multiplicité et profusion, annulent la présomption de signification. L'ingénierie des connaissances doit alors mettre en œuvre les différentes médiations culturelles, sédimentées dans l'histoire et la tradition de la pensée, permettant de construire des représentations donnant prise à l'interprétation. Les médiations philologiques, herméneutiques et rhétoriques correspondent aux stratégies par lesquelles la présomption d'un sens connu et partagé permet d'amorcer un parcours interprétatif nouveau : la présomption du même permet l'émergence de la différence.

Une telle caractérisation de l'ingénierie des connaissances permet de mettre en lumière un autre abord des outils numériques que ce que nous rencontrons ha-

bituellement. La mobilisation commune du numérique consiste à construire un réseau exhaustif et complet de traces : on sait tout ce qui a été dit et fait sur un sujet donné, ou dans le cadre d'une activité donnée. Le numérique est exploité pour sa capacité à constituer une mémoire exacte et à la parcourir systématiquement. Cependant, ces deux possibilités ne conduisent qu'à engendrer une masse de plus en plus inexploitable. En effet, ces usages renvoient à deux fantasmes associés à ce réseau de traces numériques :

le fantasme de la source authentique : le numérique permet de conserver la trace de ce qui a été dit dans les termes mêmes de son énonciation. C'est par exemple le fait de conserver les échanges entre collaborateurs et partenaires dans un projet, dans l'objectif d'avoir une mémoire de projet ou de travail. Ce fantasme est d'ordre philologique et herméneutique : garder l'origine permettrait de conserver l'intelligibilité, car on se retrouverait dans les circonstances de l'énonciation originale, dans la situation de l'échange et dans l'immanence de sa compréhension.

le fantasme du fait brut : le numérique permet de conserver le fait dans son expression brute, indépendamment de toute interprétation qui viendrait en modifier ou altérer le sens. Ce fantasme est d'ordre empirique : garder le fait brut, c'est se retrouver en face de la nature pour en faire l'observation. La conservation reviendrait simplement à figer un état de la nature, et l'on pourrait consulter les faits enregistrés comme si on était confronté à la nature elle-même.

Le numérique introduit une tendance à répliquer la nature et ses circonstances, circonstances de l'énonciation et celles de l'observation. Au lieu d'être un instrument pour l'intelligence, elle n'est qu'un vecteur de complexité et de perplexité, redoublant le réel au lieu de structurer sa pertinence. Au lieu d'utiliser les techniques numériques pour conserver une mémoire parfaite, il convient de les mobiliser pour introduire des parcours au sein des contenus qui permettent de déterminer des lieux communs à partir desquels innovations et adaptations puissent être facilement objectivés et reconnus.

La mise en œuvre de l'ingénierie des connaissances sera abordée dans ce travail à travers deux types d'inscription essentiels : les ontologies et les documents. Les ontologies sont des représentations formelles de concepts permettant de constituer un consensus partagé entre les humains, d'opérationnaliser ces concepts dans la machine, et de permettre à ces dernières d'être interopérables. Notre abord des ontologies consistera dans la construction de consensus par une autorité partagée ; les ontologies permettent de naviguer dans des autorités illustrant et autorisant l'usage des concepts. L'essentiel est de pouvoir se référer à un usage, et à un usage faisant autorité. On s'autorise d'un exemple (usage) exemplaire (modèle à suivre car émanant d'une autorité et faisant donc autorité) pour le reprendre et le détourner. Les subtilités et les variations propres à la reprise deviennent perceptibles et intelligibles car on peut les aborder depuis la version commune connue de tous.

Par conséquent, on recherche moins à répliquer dans l'ontologie les structures du réel (métaphysique) ou de la pensée (cognitivism) qu'à fournir par leur moyen

l'accès à un fonds culturel partagé permettant de reprendre à son compte des contenus et de les rendre appropriables par d'autres.

Les documents sont des traces d'expression permettant d'échanger des contenus et de les fixer dans la permanence d'un support. Rendre numérique ces supports et ces contenus permet de les traiter automatiquement et de les parcourir systématiquement. Ces possibilités doivent être mises au service de la structuration de cette mémoire documentaire, en facilitant l'émergence de documents faisant autorité, et produisant des variations qui permettent d'aborder les autres documents. Là encore, l'enjeu n'est pas de configurer les contenus en fonction d'hypothétiques thèses cognitives et ou métaphysiques sur l'ordre de la connaissance ou du monde, mais de permettre le parcours documentaire de ces contenus.

Deuxième Partie

Ingénierie des connaissances : représenter des concepts et manipuler des documents

Pour une mise en œuvre de l'ingénierie des connaissances

Chapitre 4

L'inscription formelle des connaissances : les ontologies

*L'inscription matérielle des connaissances permet l'expression, la transmission et l'appropriation d'un contenu. De manière générale, la structure physique et matérielle de l'inscription surdétermine et conditionne son interprétation, mais ne la programme ni ne la détermine à l'avance. Les langages formels artificiels, en revanche, permettent de déterminer, par une sémantique formelle, l'interprétation qu'il faut donner à une formule en se fiant à sa structure syntaxique. Ces langages permettent d'exprimer une signification donnée dans une représentation symbolique et de la retrouver via son interprétation formelle. Ainsi, ces langages peuvent-ils être considérés comme des expressions canoniques **représentant** l'interprétation associée. Cette expression devient une représentation de connaissance quand l'interprétation visée porte sur une vérité caractérisant le monde.*

La représentation des connaissances repose ainsi sur la logique formelle pour disposer de représentations dont l'interprétation réglée permet de raisonner sur les connaissances associées. Elle fut donc exploitée en intelligence artificielle et en ingénierie des connaissances pour concevoir des systèmes à base de connaissances, dans la perspective de résoudre des problèmes et accomplir des tâches pour lesquels un raisonnement explicitement construit par le système est nécessaire.

Le problème majeur rencontré par une telle approche est de déterminer les représentations adéquates : on distingue habituellement la représentation des méthodes de raisonnement ou de résolution de problèmes d'une part, et la représentation des concepts et connaissances du domaine d'autre part. Les ontologies correspondent à la représentation des concepts et objets premiers d'un domaine à partir desquels construire un modèle formel qui permettra de guider l'interprétation des représentations symboliques qui seront exploitées par le système informatique à base de connaissances. Les ontologies ont pour objectif de constituer un consensus dans une communauté entre les praticiens, de permettre l'interopérabilité entre des applications informatiques pour lesquelles l'ontologie donne des règles de correspondance entre les structures utilisées, et enfin de guider l'opérationnalisation de la représentation des connaissances, les concepts de l'ontologie étant à la fois une expression de connaissance et une structure opérationnelle formelle.

Mais, pour permettre de recouvrer une interprétation prévue à l'avance et d'opérationnaliser les représentations en programmes, les ontologies et les représentations de connaissances doivent être formelles et calculables : elles sont décontextualisées

et compositionnelles. Cela se traduit par l'explicitation d'un modèle formel complexe à maîtriser, qui guide l'interprétation et contrôle l'opérationnalisation. Ce modèle formel, nécessaire au concepteur, est inadéquat pour l'utilisateur. La représentation formelle des connaissances se prête mal aux usages car les utilisateurs interprètent contextuellement les représentations et exigent des représentations simples et pertinentes.

*Se dégage alors un type d'application où les ontologies ne sont pas tant la **représentation de connaissances** que la **médiation entre expressions de connaissance**, permettant à l'utilisateur de naviguer et travailler sur des expressions dont il maîtrise l'interprétation. Ces expressions correspondent à un type d'inscription pour lesquelles il y a des traditions de lecture associée à des formats matériels d'expression. Mais elles ne sont pas formelles et leur sens n'est pas contrôlé par un formalisme. Elles correspondent à ce qu'on peut généralement appeler des documents : leur origine, leur expression et leur mise en forme matérielles influencent mais ne déterminent pas leur signification. La représentation des connaissances correspond alors à une formalisation des relations entre les expressions, permettant de rapprocher, synthétiser, montrer des expressions dont l'interprétation doit être laissée à l'utilisateur. On aboutit donc à une **conception nominaliste de la représentation des connaissances**, où il s'agit de représenter les relations entre les expressions de connaissances, confiant aux documents, à leurs auteurs et à leurs lecteurs, le soin d'en faire l'interprétation et d'assurer leur lien aux connaissances et au monde, en fonction du contexte.*

*Ce chapitre effectue ce parcours de la **représentation formelle des connaissances à la médiation formelle entre expressions documentaires de connaissances**. A partir de la problématique de l'acquisition des connaissances, on définit la nature et la fonction des ontologies comme modélisation des concepts et objets d'un domaine nécessaires à la représentation des connaissances. Une discussion sur la nature des concepts permet de poser une méthodologie, la méthodologie ARCHONTE. Discutée à partir des travaux portant sur l'ontologie formelle, une formalisation en est proposée. Mais elle rencontre des difficultés qui rendent nécessaire de concevoir les ontologies, et plus généralement les représentations formelles, comme des médiations et non des représentations de connaissances. Elles sont donc des instruments intellectuels pour l'organisation de nos connaissances et non des modèles du monde.*

1 Acquisition et ingénierie des connaissances

L'ingénierie des connaissances élabore des systèmes d'inscriptions numériques et les instrumente pour leur conférer intelligibilité et exploitabilité dans des tâches requérant des connaissances pour leur réalisation. L'ingénierie des connaissances repose sur le principe selon lequel la structure matérielle et physique des inscriptions conditionne leur interprétabilité et donc leur exploitation. Cette structure matérielle est numérique : c'est donc le format numérique de l'inscription qui sera la condition de leur exploitation. Le format correspond à la mise en forme matérielle que propose le support numérique pour exprimer des inscriptions : c'est par exemple un langage de programmation, un format documentaire, un alphanumérique comme l'ASCII, etc. Le format numérique configure les transformations techniques possibles et prescrit l'espace des réécritures et manipulations numériques

dans lequel l'interprétation et la compréhension pourront se déployer. En effet, pour interpréter, il faut pouvoir manipuler, la compréhension étant un effet et une conséquence de l'action. L'ingénierie des connaissances consiste dans la mise au point de systèmes de manipulation d'inscriptions numériques permettant l'interprétation.

La structure matérielle de l'inscription numérique *conditionne* l'interprétation mais ne la *pro-gramme* pas : elle ne détermine pas à l'avance ce qui sera compris ni comment sera exploitée l'inscription. En revanche, elle oriente, suggère, structure, suscite l'interprétation, mais ne l'impose pas. Par exemple, disposer d'un alphabet numérique comme l'ASCII ou l'UNICODE permet de manipuler des documents textuels au niveau des caractères, de les transformer, de les retrouver, de les tester, etc. Cependant, ces possibilités ne prescrivent pas, bien évidemment, la signification de ce qui est écrit à l'aide de ces alphabets, mais surtout elles ne permettent pas de déterminer *a priori* l'influence de ces opérations sur la signification, bien qu'il y en ait une¹. Autre exemple, une DTD XML permet de manipuler la structure d'un document et d'envisager son interprétation en se fondant principalement sur l'articulation logique des parties. Mais cette orientation peut ne pas être suivie et l'interprétation peut être guidée par une analyse lexicale du contenu. La structure numérique de l'inscription n'est donc pas un cadre dont il n'est pas possible de sortir, mais correspond plutôt à une configuration de l'espace que l'on peut toujours explorer selon d'autres parcours que ceux qui sont suggérés par cette configuration.

Il y a donc conditionnement du sens mais indétermination de l'interprétation : pour lever cette indétermination, des langages² formels ont été élaborés pour contrôler l'interprétation des inscriptions qu'ils permettent d'exprimer. Ces langages, artificiels, reposent sur le fait que la forme de l'inscription non seulement conditionne mais contraint l'interprétation, pour que le sens associé à l'inscription puisse être invariable et univoque. Autrement dit, ces langages possèdent une sémantique *formelle* car la forme (syntaxique) suffit à déterminer le sens.

La détermination formelle du sens implique que les langages conçus à cet effet auront deux propriétés remarquables. D'une part, les énoncés exprimés dans ces langages sont non-contextuels : si, en effet, l'interprétation dépend du contexte, la forme de l'énoncé ne suffira pas à déterminer sa signification. Le fait que la sémantique soit formelle implique que l'interprétation soit la même quel que soit le contexte, et n'est déterminée que par la forme seule. D'autre part, l'interprétation formelle sera un calcul : seule la manipulation aveugle et machinale de la forme de l'énoncé permet de déterminer une interprétation non contextuelle. En effet, toute manipulation, faisant appel à une interprétation mobilisant autre chose que la simple forme serait nécessairement contextuelle. Or, une manipulation aveugle et machinale est un calcul.

Tout énoncé exprimé dans ces langages peut être considéré comme un pro-

¹Le fait de disposer de *corpora* numériques a permis le développement des linguistiques de corpus par exemple [Habert et al., 1998, Habert and Abeillé, 2001]. Une telle linguistique étudie des phénomènes que seul l'examen systématique de corpus importants manifeste.

²Voir l'encadré 4.1 pour situer et définir cette notion.

ENCADRÉ 4.1 – *Distinctions entre langue et langage, langues et langages*

Selon les indications données par [Rastier et al., 1994] et que nous reprenons, il faut distinguer les notions suivantes :

La langue : il s'agit de la langue telle qu'elle est étudiée par la linguistique ; reconstruction idéale, elle renvoie à un système, le système de la langue dont parlait Saussure.

Le langage : ce terme désigne à la fois la faculté humaine de s'exprimer et d'usage du langage, et le noyau universel et essentiel que toutes les langues partagent. Le langage renvoie à une reconstruction philosophique.

Les langages : le pluriel indique que l'on fait référence aux langages artificiels, conçus dans le cadre de formalismes pour guider le raisonnement et l'interprétation. Ces langages sont typiquement ceux des mathématiques, de la logique, et trouvent dans les langages de programmation une réalisation exemplaire.

Les langues : il s'agit des langues vernaculaires, telles qu'elles sont parlées, écrites, utilisées dans des pratiques sociales attestées.

Seuls les langages et les langues correspondent à des réalités empiriques attestées : qu'ils soient construits (les langages) ou qu'elles soient observées (les langues), elles sont l'objet de pratiques réelles.

gramme spécifiant le comportement d'une machine exécutant le calcul. Les langages formels possèdent donc la remarquable propriété de spécifier à la fois le comportement d'un dispositif et de prescrire une interprétation. Ils sont donc incontournables pour spécifier le comportement d'une machine devant se conformer à un sens donné. Ce sera la base de l'intelligence artificielle, en particulier la réalisation des systèmes experts, puis des systèmes à base de connaissances.

Cependant, exprimer directement les connaissances dans un modèle opérationnel exécutable, autrement dit un programme, conduit à considérer comme différents deux programmes syntaxiquement distincts mais mettant en œuvre les mêmes connaissances et la même approche du problème à traiter. On mélange alors des considérations de modélisation des connaissances et de programmation du code. Pour distinguer ces deux niveaux de préoccupations et éviter les confusions que leur indistinction entraîne, Newell [Newell, 1982] proposa de distinguer entre le niveau symbolique ou niveau des programmes, où un programme est conçu pour produire le comportement effectif du système, et le niveau conceptuel ou niveau des connaissances, où un modèle est élaboré pour déterminer dans les termes des connaissances du domaine la manière dont le système s'y prendra pour résoudre le problème posé. Le niveau des connaissances est donc un niveau d'abstraction du niveau symbolique, et plusieurs programmes peuvent opérationnaliser un même modèle conceptuel. Au niveau conceptuel, le système à construire est décrit comme un agent rationnel, dont le comportement suit le *principe de rationalité* : il décompose ses buts en sous-buts et met en œuvre les moyens dont il dispose

pour atteindre ces sous-buts (voir par exemple [Newell, 1990] pour une défense et illustration de ces principes).

De cette distinction féconde a surgi une littérature abondante sur la manière d'élaborer le modèle conceptuel du niveau des connaissances et de l'opérationnaliser au niveau des programmes. Classiquement³, le processus d'élaboration d'un système à base de connaissances est structuré en quatre phases :

Le recueil de l'expertise : il s'agit de déterminer les données pertinentes du problème et les connaissances idoines du domaine pour le résoudre. Ce sont en général des méthodes empruntées à la psychologie cognitive ou à l'ergonomie qui sont mises en œuvre à cette étape.

La construction d'un schéma de modèle conceptuel : il s'agit d'élaborer un cadre général et abstrait de la résolution qui sera effectuée par le système. C'est un schéma, dans la mesure où il ne spécifie pas tous les détails ni les étapes.

La spécialisation du schéma en un modèle conceptuel complet : il s'agit d'utiliser les connaissances du domaine et de l'application pour compléter le schéma conceptuel ;

L'opérationnalisation du modèle conceptuel : le modèle conceptuel complet est opérationnalisé en un programme. L'enjeu est de choisir un langage de programmation dont les structures soient suffisamment abstraites pour être proches des structures du modèle conceptuel, leur apportant l'opérationnalité qui leur manque.

La conception de systèmes à base de connaissances a mobilisé une double approche⁴ :

Modéliser des méthodes de raisonnement : selon cette approche, on abstrait et généralise ce que savent faire les programmes logico-formels pour proposer des méthodes de résolution de problèmes ; ces méthodes sont des moules génériques, des schémas conceptuels, dans lesquels on peut exprimer les données tirées du domaine : on obtient un modèle instancié qu'il suffit d'opérationnaliser en un programme informatique pour obtenir le système à base de connaissances [David et al., 1993]. Ces méthodes permettent de guider l'acquisition des connaissances puisque, dès lors qu'on les a choisies, il suffit de mettre en correspondance les termes du domaine avec les éléments de la méthode. Selon le cas, on choisit une méthode parmi d'autres et c'est elle qui conditionne l'acquisition⁵, ou bien on construit un schéma conceptuel à partir d'une bibliothèque de tâches génériques qu'il faut combiner, la méthode CommonKADS étant l'exemple sans doute le plus abouti de cette démarche [Schreiber et al., 1993].

Modéliser des connaissances du domaine : selon cette approche, on se fonde sur l'application qu'il faut réaliser et la tâche du domaine plutôt que sur les méthodes de raisonnement que les programmes permettent de mener. Il s'agit

³[Aussenac-Gilles et al., 1992, Linster, 1993]

⁴Voir [Charlet, 2002], chapitre 1 pour une bonne synthèse de cette question.

⁵Par exemple, les tâches génériques de [Chandrasekaran, 1986] ou les méthodes par limitations de rôles de [McDermott, 1988].

alors de modéliser les objets pertinents du domaine, les concepts permettant de les considérer et les connaissances permettant de les manipuler. Cette démarche est dite « ascendante » car il s'agit davantage de rendre compte du problème (avec le risque d'aboutir à un modèle complexe peu opérationnalisable) que d'y appliquer un modèle générique (en ayant un modèle opérationnalisable, mais ne répondant pas à la question posée). « coller au problème », ou y « plaquer un modèle » est l'alternative habituelle de la conception d'un système à base de connaissances. La démarche ascendante repose sur l'analyse des données du problème, souvent longue et difficile car mobilisant des outils performants mais complexes (par exemple MACAO [Aussenac, 1989]), mais permet de rester proche du domaine et de ses praticiens qui se reconnaissent plus facilement dans le modèle résultant que ne l'aurait permis une démarche descendante [Lépine and Aussenac-Gilles, 1996]. Cette problématique donnera celle des ontologies, où il s'agit de répertorier les objets et concepts du domaine nécessaires à la réalisation du système à base de connaissances [Bachimont, 1996].

Ces deux approches sont complémentaires, mais elles ne reposent pas sur les mêmes hypothèses. Selon les méthodes de résolution de problèmes, on considère que toutes les applications et les domaines ne fournissent qu'un vocabulaire différent pour accomplir des tâches qui s'avèrent être toujours les mêmes. En effet, les opérations cognitives de l'esprit lui sont propres et sont les mêmes dans chaque domaine : ce dernier n'apportent donc que des variations de vocabulaire mais non de raisonnement. Selon les méthodes de modélisation du domaine, on considère que chaque domaine fait appel à des objets et concepts propres, mais également à des modes de raisonnement spécifiques. Ainsi aura-t-on un raisonnement juridique différent du raisonnement médical, sans qu'il soit possible de les dériver comme des instances différentes d'un même moule générique de résolution de problèmes. De ce point de vue, on considère que les raisonnements et les opérations se construisent de façon immanente au domaine, et se constituent et évoluent avec les objets qu'ils manipulent. Cette conception s'oppose à la première approche, qui suppose une indépendance et autonomie de l'esprit se traduisant par une cognition possédant ses propres opérations qu'elle appliquera ensuite aux problèmes posés dans les domaines pratiques⁶. Selon nous, pour chaque domaine pratique s'élaborent des connaissances et des modes de raisonnement propres, ce qui milite pour l'approche de modélisation du domaine. Cependant l'étude de ces raisonnements et connaissances et leur instrumentation ont tendance à construire des modèles communs à plusieurs domaines et à mettre en valeur leurs points communs en sous-estimant leurs différences. Par conséquent, le travail de modélisation tend à donner raison aux approches de modélisation par les méthodes, non que les choses soient réellement ainsi, mais parce que le supposer permet de les transformer et de les rendre conformes à ces hypothèses. Où, par conséquent, l'universel est une prophétie auto-réalisatrice.

⁶On retrouve l'hypothèse, plus ou moins implicite, selon laquelle l'ordinateur est un modèle de l'esprit : en construisant les méthodes de résolution comme des abstractions de ce que les programmes formels exécutent, on ne fait que retrouver les méthodes générales du fonctionnement cognitif, puisque l'esprit serait un ordinateur. L'esprit existe indépendamment des domaines où il se réalise.

Après un ensemble de travaux très actifs ces dernières années, les recherches sur les méthodes de résolution de problèmes suscitent moins d'intérêt⁷, pour céder la place à des travaux concentrés sur la modélisation des problèmes rencontrés dans les domaines pratiques. Nous nous intéressons ici à cette seconde approche, où les ontologies occupent une place essentielle.

2 Les ontologies : définitions et fonctions

Selon l'approche fondée sur la modélisation des connaissances du domaine, l'enjeu est de pouvoir exprimer les connaissances du domaine en un langage formel permettant de mener à bien l'opérationnalisation menant au système effectif. En modélisant les connaissances dans un langage formel, on reste à un niveau conceptuel tout en se rapprochant du modèle effectif⁸.

Tout langage formel repose sur une syntaxe générative et une sémantique compositionnelle : les règles de génération syntaxique des formules à partir de symboles primitifs sont redoublées par des règles de composition sémantique permettant de calculer le sens de la formule engendrée syntaxiquement à partir du sens des primitives dont elle est constituée. Autrement dit, les énoncés exprimés dans un langage de représentation des connaissances n'aura un sens assignable que si les primitives à partir duquel il est construit sont déterminées et leur signification explicitée. Or, les primitives sont de deux types : les primitives logiques, qui sont celles imposées par le langage lui-même et pour lesquelles il fixe une sémantique ; les primitives non logiques, qui sont déterminées par le modélisateur, qui fixe leur nature et leur sémantique. Dans un langage formel du 1^{er} ordre, les primitives logiques sont par exemple les connecteurs et leurs tables de vérité, les primitives non logiques sont les symboles de fonction et de prédicat (cf. encadré 4.2). Il reste donc à déterminer la nature et la signification des primitives non logiques du langage de représentation. Ce sera le rôle de la modélisation ontologique :

Les ontologies consistent dans le choix des primitives non logiques et dans la détermination de leur sémantique. Elles correspondent à la signature relationnelle et fonctionnelle d'un langage de représentation des connaissances et à la détermination des modèles permettant leur interprétation.

⁷Voir à ce propos l'article très intéressant de [Aussenac-Gilles et al., 2003b] où l'évolution du domaine est décrite à travers l'examen des termes utilisés dans deux corpus distincts, datant de 1996, l'autre de 1999-2000.

⁸Cette approche possède sa généalogie que nous situons dans les travaux du *Cercle de Vienne*, dont les thèses philosophiques affirment que toute connaissance, en tant que connaissance, est de nature formelle : la formalisation n'est qu'une explicitation ou une révélation de la teneur gnoséologique d'un énoncé, et non une approximation, modélisation ou réduction. En ce sens, de telles thèses militent pour l'ingénierie des connaissances puisque (i) toute connaissance est formelle, (ii) tout ce qui est formel est informatiquement opérationnel (sans être toujours décidable) : le système à base de connaissance n'est alors que l'objectivation et la concrétisation des connaissances. Sur une présentation et critique du *Cercle de Vienne* et de son influence sur l'intelligence artificielle et l'ingénierie des connaissances, voir [Bachimont, 1996].

ENCADRÉ 4.2 – Primitives logiques et non logiques

Prenons par exemple un langage formel du 1^{er} ordre. Soit la formule suivante :

$$Douleur(x) \wedge Rougeur(x)$$

La sémantique formelle des langages du 1^{er} ordre spécifie que *Douleur* et *Rougeur* sont des prédicats, donc des fonctions d'un domaine D dans les valeurs de vérité $\{Vrai, Faux\}$. \wedge est un connecteur logique dont la table de vérité spécifie que $F_1 \wedge F_2$ est vraie ssi F_1 et F_2 sont toutes deux vraies. Mais cette sémantique ne spécifie pas quels prédicats *Rougeur* et *Douleur* doivent représenter dans le domaine, même si le libellé de ces prédicats en donne quelque idée.

Les primitives logiques constituent donc le cadre formel qui s'impose à tous les domaines. Les primitives non logiques reflètent ce qui relève d'un domaine particulier. La modélisation d'un domaine repose sur le choix de primitives non logiques et la détermination de leur sémantique. Elle se poursuit dans l'expression des connaissances du domaine à partir de ces primitives. Ces deux étapes correspondent respectivement à la modélisation d'une *ontologie* (choix des primitives et de leur sémantique) et à la construction d'une *base de connaissances*. Les primitives reflètent ce qui est, les connaissances ce qui est vrai. Une ontologie n'est donc pas à strictement parler une base de connaissances car les primitives ne reflètent pas des vérités ou connaissances du domaine, mais un cadre constitué d'objets et de notions permettant d'exprimer ces connaissances ou vérités.

Les ontologies sont des systèmes conceptuels destinés à fournir les notions élémentaires nécessaires à la formulation des connaissances dont on dispose sur un sujet donné. Par conséquent, les ontologies déterminent des concepts pour les articuler entre eux et les structurer. La manière de déterminer les concepts, de préciser leur contenu et d'articuler les relations qu'ils entretiennent entre eux peut varier selon le point de vue adopté et différentes méthodologies en découlent. Il est par conséquent important de préciser ce qu'il faut entendre par concept pour y adosser des méthodes de détermination, description et structuration qui soient adaptées.

3 Le problème du concept

Une ontologie répertorie les concepts du domaine pertinents pour la conception d'une application. Elle comporte les notions utiles (elles permettent de concevoir l'application) et nécessaires (on ne peut la concevoir sans elles) pour la représentation des connaissances du domaine qui seront mobilisées dans le système conçu. Ce que sera une ontologie dépendra par conséquent de ce que l'on entendra par concept. Or il existe plusieurs approches, irréductibles les unes aux autres. Il importe par conséquent d'en faire la cartographie, même rapide, pour situer le type de l'ontologie qui sera construite, et déterminer la méthodologie qui sera cohérente

avec la nature des concepts qu'elle contient.

3.1 Différentes approches du concept

La tradition nous a légué un héritage considérable sur la notion de concept. C'est en effet une question récurrente pour toute théorie de la connaissance. De manière schématique, on peut distinguer trois types d'approche :

le concept comme essence : le concept d'un objet se détermine comme le noyau des propriétés nécessaires vérifiées par un objet, indépendamment des variations qu'il peut subir selon les différents contextes où il se rencontre. L'essence correspond donc à ce qui est permanent, stable, ce qui se tient derrière les apparences contingentes et variables.

Le concept comme essence est par conséquent traditionnellement connu par abstraction, dans la mesure où il faut abstraire ce qui est commun, dégager ce qui est toujours le même, des différences contextuelles. La tradition philosophique s'est alors concentrée sur la définition de ce qu'est une essence, et sur la caractérisation de l'abstraction.

le concept comme construction synthétique : le concept d'un objet est une règle qui permet de rassembler et de construire à partir des données diverses de l'expérience un invariant. Il ne s'agit donc pas de s'abstraire des contingences accidentelles pour ne retenir que ce qui est commun aux différentes apparitions de l'objet, mais de synthétiser les données de l'expérience, variables et contingentes, pour construire l'objet.

Il n'y a donc plus à proprement parler d'essence, mais il s'agit plutôt de méthode : c'est la méthode de construction qui permet d'obtenir le même à partir du divers. Dépendant de la méthode, la connaissance est donc une construction du sujet. C'est pourquoi le concept comme construction synthétique appartient aux approches constructivistes, parfois idéalistes, dans la mesure où la connaissance n'est pas un processus qui s'ajuste à une réalité objective préexistante dont il faut appréhender la teneur en en dégageant l'essence, mais un procédé de construction de l'invariance à partir du divers.

Le concept comme performatif : le concept d'un objet n'est pas une essence ni une construction, mais une *opération* ; énoncer le concept, c'est faire quelque chose : le dire renvoie au faire. Le concept possède alors une dimension performative au sens de Austin [Austin, 1991]. L'informatique est cette discipline où tout concept énoncé dans un langage de programmation entraîne le comportement calculé d'une machine. L'énonciation permet l'effectivité.

Le concept comme essence appartient à la tradition logique et métaphysique, qui court de l'antiquité au Moyen-Âge et qui se manifeste aujourd'hui dans les travaux logiques de représentation des connaissances. Le concept comme synthèse appartient à la tradition mathématique et transcendantale, qui s'ouvre avec Kant pour se retrouver défendue dans les travaux des sciences cognitives autour des systèmes

dynamiques (par exemple [Petitot, 1992]). Le concept comme performatif, abordé en linguistique depuis longtemps, reste peu mobilisé en ingénierie des connaissances et en informatique. Le concept comme essence est sans doute, dans la tradition, celui qui a produit des objets et des théories les plus proches de qui correspond aujourd'hui à la modélisation ontologique. Aussi n'est-il pas inutile d'en caractériser les traits principaux.

3.2 Une tradition bien établie : le concept comme catégorie et essence

3.2.1 L'héritage platonicien

Toute discussion sur la nature des concepts est bien sûr dominée par la tradition des catégories aristotéliennes, élaborée dans l'*Organon*⁹, et reprise dans l'*Isagoge* de Porphyre. Comme on le sait, la théorie des catégories a largement été élaborée en réponse à la théorie des Idées de Platon. Selon ce dernier, ce qu'est une chose peut s'aborder à partir de deux notions, celle d'*éidos* et celle d'*ousia*. [Libera, 1994] montre que dans le *Ménon*, l'*éidos* renvoie à trois significations possibles :

La forme immanente : la forme dans son immanence à la chose : c'est ce qui appartient à la chose et est présent en elle ; elle lui donne la forme et la réalité qui sont les siennes.

La forme séparée : la forme dans sa séparation ontologique ; elle donne toujours à la chose sa forme, mais elle est indépendante de la chose : son être et son existence sont décorrélées de la chose, elle en est séparée ontologiquement.

Le genre logique : la forme dans sa séparation éidétique, comme catégorie de discours ou de pensée ; la forme existe comme concept de l'esprit, structure mentale me permettant de me rapporter à la chose.

On voit donc trois niveaux se dégager : un niveau physique où l'*éidos* est une forme attachée à la chose matérielle elle-même, un niveau ontologique ou métaphysique selon lequel l'*éidos* est une forme indépendante de la chose elle-même, de sa contingence et des vicissitudes de son devenir, et enfin un niveau psychologique ou noétique où le concept est une structure de l'esprit. Cette tripartition se retrouve dans les différentes acceptions de l'*ousia*, qui sont :

- l'*ousia* comme existence réelle d'une chose ;
- l'*ousia* comme nature réelle ou essence d'une chose : cette dernière peut être la réalité intelligible immanente, qui est du même niveau ontologique que les choses, et possède donc le même type d'être ; mais elle peut également être la réalité ontologiquement différente des réalités nommées d'après elle.

On voit donc se nouer tout un réseau de notions que la réflexion philosophique tâchera de distinguer et approfondir, et que la logique et la modélisation s'efforceront d'utiliser. En premier lieu, l'*éidos* est une réalité non sensible qui permet de

⁹Principalement dans les deux premiers traités : les *Catégories* et *De l'interprétation* ; nous avons utilisé la traduction Tricot [Aristote, 1959].

nommer les choses dont elle est la nature réelle ou l'essence : une chose s'appelle ainsi et non autrement car elle possède comme essence la nature réelle désignée par son nom. L'éidos permet donc de désigner une classe d'êtres sensibles, et joue donc le rôle d'un *universel*, c'est-à-dire un terme qui peut se dire de plusieurs choses différentes. Par ailleurs, l'éidos synthétise et constitue toute la réalité dont les choses sont pourvues : il n'y a pas de différence ontologique entre l'éidos et les choses que l'éidos permet de nommer ; les choses possèdent une consistance ontologique dans la mesure où elles *participent* à l'éidos.

En raisonnant selon l'opposition espèce / individu, ou classe / instance, selon laquelle l'éidos est une classe rassemblant des individus, l'éidos sert à définir ce que doit avoir un individu pour être ce qu'il est et il correspond à une réalité unique chez tous les individus d'une même classe. C'est la raison pour laquelle ces individus peuvent tous être nommés par le même terme, l'éidos. Plus profondément, Platon suggère que la non différence individuelle fonde l'identité spécifique : les individus ne sont pas différents entre eux, autrement dit il n'y a aucun écart ontologique ou essentiel d'un individu à un autre ; ils sont ontologiquement indiscernables. Cette indiscernabilité justifie le fait qu'ils puissent être nommés par un terme commun, ce terme commun évoquant leur identité spécifique, à savoir le fait qu'ils possèdent la même essence et constituent donc la même espèce. Ceci aboutit, dans un autre dialogue, le *Phédon*, à la théorie des *idées comme formes éponymes* : les choses participent des idées qui leur donnent en retour leur nom. La dénomination, relation linguistique, est fondée sur la participation ontologique des individus à leur forme. Finalement, il faut donc caractériser les formes par trois propriétés :

Séparation : les formes possèdent une séparation ontologique par laquelle elles existent indépendamment du monde sensible ;

Participation : les choses sensibles tirent leur réalité ontologique de la participation à des Formes séparées. Elles ne sont ce qu'elles sont que pour autant qu'elles participent à l'être d'idées ou formes séparées.

Dénomination : les choses sensibles tirent leur nom des formes auxquelles elles participent : les choses blanches sont dites blanches (dénomination) du fait de leur blancheur, c'est-à-dire de leur participation à l'idée de blancheur.

Comme le souligne [Libera, 1994], la causalité éponymique déploie onto - logiquement la participation.

3.2.2 Catégories et prédicables

Depuis cet héritage platonicien, la discussion sur la nature des concepts s'inscrit dans une triade comprenant les mots, les concepts et les choses. Aborder le problème du concept depuis les choses aboutit à un réalisme et une ontologie, depuis les mots, à un nominalisme, et depuis les concepts à un mentalisme. Une première articulation est donnée dans le traité d'Aristote *De l'interprétation* :

« Il faut d'abord établir la nature du nom et celle du verbe : ensuite celle de la négation et de l'affirmation, de la proposition et du discours. Les sons émis par

la voix sont les symboles des états de l'âme, et les mots écrits les symboles des mots émis par la voix. Et de même que l'écriture n'est pas la même chez tous les hommes, les mots parlés ne sont pas non plus les mêmes, bien que les états de l'âme dont ces expressions sont les signes immédiats soient identiques chez tous, comme sont identiques aussi les choses dont ces états sont les images. (...) Et de même qu'il existe dans l'âme tantôt un concept indépendant du vrai ou du faux, et tantôt un concept à qui appartient nécessairement l'un ou l'autre, ainsi en est-il pour la parole ; car c'est dans la composition et la division que consiste le vrai et le faux. En eux-mêmes les noms et les verbes sont semblables à la notion qui n'a ni composition, ni division : tels sont *l'homme*, *le blanc*, quand on n'y ajoute rien, car ils ne sont encore ni vrais, ni faux. En voici une preuve : *bouc-cerf* signifie bien quelque chose, mais il n'est encore ni vrai ni faux, à moins d'ajouter qu'*il est* ou qu'*il n'est pas*, absolument parlant ou avec référence au temps. » *De l'interprétation*, 16a, 1-20 traduction Tricot.

Aristote inaugure ainsi la tradition classique affirmant que le terme écrit ou oral signifie un terme mental qui lui-même signifie une chose, idéale ou réelle. En effet, on a :

- une relation symbolique et conventionnelle entre le signe vocal et le concept mental. Cette relation est *symbolique* : le signe vocal est le symbole conventionnel du concept. Ce type relation caractérise à la fois la relation entre le signe écrit et le signe oral d'une part, et le signe oral et le concept d'autre part.
- une relation sémiotique et naturelle entre le concept et la réalité : le concept est le signe d'une chose. Cette relation est posée comme une ressemblance ou une similitude. On a une relation non symétrique : le signe ressemble à la chose (du signe donc vers la chose) et la chose cause le signe (de la chose vers le signe).

Par conséquent, le signe écrit ou oral ne renvoie pas directement aux choses, mais seulement à travers la médiation du concept dont il est le symbole. Cette conception se retrouve chez les modistes par exemple, où les *modi significandi* (la signification des termes oraux ou écrits) suivent les *modi intelligendi* (la manière de penser) qui eux-mêmes suivent les *modi essendi* des choses¹⁰ [Rosier, 1983].

Aristote se pose également la question de savoir comment étudier la relation unissant les mots, les concepts et les choses (on notera notre formulation qui n'est pas aristotélicienne, décidant ce qui est en suspens dans la lettre aristotélicienne) : il propose de considérer 10 manières de les articuler, c'est-à-dire 10 types de relation que l'on peut avoir ; ce sont les catégories :

¹⁰Occam bouleverse cette conception ; pour lui les termes oraux, écrits, et mentaux signifient tous les choses, directement ; les termes mentaux signifient naturellement les choses, les termes écrits et oraux sont subordonnés aux concepts : le signe écrit est subordonné au signe oral, lui-même subordonné au signe mental. Par conséquent, signes oraux et écrits signifient conventionnellement, et non naturellement, les choses (voir [Panaccio, 1991, Biard, 1997]).

Ce point est fondamental, car les signes linguistiques (écrits et vocaux) signifient directement les choses, sans recourir à la médiation du terme mental ou concept. Par conséquent, il est possible en principe de décrire la signification linguistique indépendamment de la pensée et des concepts. Occam porte en germe la linguistique contemporaine qui voudra décrire de manière logique et antimentaliste les relations entre signes linguistiques et choses, indépendamment de la pensée et des concepts [Rastier, 1991].

Les expressions sans aucune liaison signifient la substance, la quantité, la qualité, la relation, le lieu, le temps, la position, la possession, l'action, la passion. – Est substance, pour dire en un mot, par exemple, *homme, cheval*; quantité, par exemple, *long de deux coudées*; qualité : *blanc, grammairien*; relation : *double, moitié, plus grand*; lieu : *dans le Lycée, au Forum*; temps : *hier, l'an dernier*; position : *il est couché, il est assis*; possession : *il est chaussé, il est armé*; action : *il coupe, il brûle*; passion : *il est coupé, il est brûlé*.

Aucun de ces termes en lui-même et par lui-même n'affirme, ni ne nie rien; c'est seulement par la liaison de ces termes entre eux que se produit l'affirmation ou la négation. En effet, toute affirmation et toute négation est, semble-t-il bien, vraie ou fausse, tandis que pour les expressions sans aucune liaison il n'y a ni vrai ni faux : par exemple, *homme, blanc, court, est vainqueur*. *Catégories 4, 1b25-2a10*.

Les catégories constituent les genres ultimes de l'être. Cependant, les catégories ne sont pas purement ontologiques, comme le voudrait un réalisme, ou purement linguistiques, comme le voudrait le nominalisme, ou purement conceptuelles comme le voudrait un idéalisme. Les catégories correspondent au réel tel que nous le pensons et en parlons. C'est le réel vu depuis nos cadres de pensée, mais aussi notre pensée telle qu'elle reflète la nature et l'ordre des choses. Il s'agit donc des termes permettant de viser les choses, tels qu'ils expriment notre pensée des choses.

Le problème est de savoir comment articuler les différentes catégories entre elles d'une part, et comment les différentes notions relevant d'une catégorie s'organisent en son sein. C'est le but de la théorie des prédicables que de fournir les outils permettant de comprendre comment les genres de l'être se décomposent.

Au fondement de l'organisation des catégories et des prédicables se situe la notion de prédication. C'est parce que l'on formule des jugements, pour répondre à des questions, que l'on peut distinguer différents types de question, différents types de réponse, ces différents questions et réponses interrogeant le rapport entre les différents termes d'un jugement ;

Or toute proposition comme tout problème expriment soit le propre, soit le genre, soit l'accident, car la différence aussi, étant donné qu'elle est de la nature du genre, doit être mise sur le même rang que le genre. Puisque, d'autre part, le propre tantôt signifie la quiddité de la chose, et tantôt ne la signifie pas, divisons le propre en ces deux parties que nous venons d'indiquer : l'une, celle qui signifie la quiddité, sera appelée *définition*, et l'autre restera appelée *propre*, du nom couramment donné à ces notions. – Ce que nous venons de dire montre donc bien que, selon notre présente division, les éléments obtenus sont en tout au nombre de quatre : la définition, le propre, le genre et l'accident. *Topiques, 101b 15–25*

Porphyre [Porphyre, 1998] revoit cette liste dans son *Isagoge* et propose 5 prédicables : la définition est en effet abandonnée au profit de l'espèce et de la différence, que la tradition retiendra de préférence à la liste aristotélicienne :

La définition : le prédicat exprime la définition du sujet, c'est-à-dire son essence. Chez Porphyre, la définition n'est plus un prédicable mais est définie par des deux nouveaux prédicables qu'il introduit (genre et différence) : le prédicat exprime une définition quand il donne le genre proche et la différence spécifique.

ENCADRÉ 4.3 – Réciprocation et prédicables : pourquoi n'y en a-t-il que quatre ?

Pour déterminer la liste des prédicables, le raisonnement d'Aristote est de type extensionnel : si le sujet et le prédicat sont co-extensifs, alors soit le prédicat exprime l'essence du sujet et c'est alors la définition, soit il ne l'exprime pas et constitue le propre : ce que tout individu de l'espèce possède sans que cela fasse partie de sa définition (le rire est le propre de l'homme, mais le rire ne fait pas partie de son essence). Si le sujet a une extension incluse dans celle du prédicat, soit ce dernier exprime l'essence du sujet, et c'est son genre, sinon c'est un accident. On a donc deux champs d'analyse : d'une part la coextensivité (oui ou non), d'autre part la communauté d'essence (oui ou non). On a donc bien seulement 4 cas possibles : la définition (coextensif et même essence), le propre (coextensif mais sans communauté d'essence), le genre (non coextensif et communauté d'essence), et l'accident (ni l'un ni l'autre).

	Coextensif	Non coextensif
Communauté d'essence	Définition	Genre
Hétérogénéité d'essence	Propre	Accident

« En effet, tout prédicat d'un sujet est nécessairement soit réciprocal, soit non réciprocal avec la chose. Et s'il est réciprocal, ce sera ou sa définition ou son propre : sa définition s'il exprime la quiddité, son propre s'il ne l'exprime pas, car avons-nous dit, un propre c'est ce qui se réciproque avec la chose sans pourtant en exprimer la quiddité. Si, au contraire, le prédicat ne se réciproque pas avec la chose, il est ou il n'est pas l'un des termes contenus dans la définition du sujet ; et s'il est l'un des termes compris dans la définition, il sera un genre ou une différence, puisque la définition est composée du genre et des différences, tandis que, s'il n'est pas l'un des termes compris dans la définition, il sera évidemment un accident, puisque nous avons appelé accident ce qui, tout en n'étant ni définition, ni propre, ni genre, appartient cependant à la chose. » *Topiques I, 8, 103b-103b20.*

Ainsi, l'homme est un animal rationnel, « animal » étant le plus petit genre englobant « homme », « rationnel » étant la propriété permettant de distinguer et constituer l'humanité parmi les animaux. Elle définit donc l'espèce « homme ».

Le propre : le prédicat est une propriété caractéristique du sujet, mais ne permet pas de le définir.

L'espèce : Porphyre affirme : « On appelle espèce ce qui est embrassé sous un genre défini, au sens où nous avons accoutumé de dire que l'homme est une espèce de l'animal, lequel est un genre, ou que le blanc est une espèce de la couleur, ou le triangle, une espèce de la figure. » II,2. Mais, « l'espèce est ce qui est prédicable de plusieurs différant par le nombre, relativement à la question « qu'est-ce que c'est? ». » II,4. Autrement dit, l'espèce est la plus petite détermination conceptuelle permettant de désigner des choses selon leur essence ; les différences entre des choses de même espèce sont contin-

gentes et inessentielles : elles relèvent de l'accident. C'est ainsi qu'il faut comprendre l'expression « différer selon le nombre » : le seul fondement pour distinguer deux individus, c'est qu'ils soient deux, c'est-à-dire qu'ils soient numériquement distincts. Autrement dit, pour prendre une image, si je veux les différencier, je dois les numéroter car ils ne possèdent pas de signes distinctifs stables permettant de les reconnaître : ils ont par exemple des apparences identiques, comme les jetons d'un jeu de Dame, ou, s'ils ont des apparences différentes, ces apparences peuvent varier arbitrairement, car elles ne reposent pas sur l'essence : par exemple, pour deux individus A et B, A prend l'apparence de B, et inversement. Comment alors les reconnaître ?

La différence : Porphyre affirme : « D'une manière générale, toute différence, venant s'ajouter à une chose, la rend différente, mais les différences communes ou propres rendent d'une qualité autre, tandis que les différences tout-à-fait propres rendent la chose [elle-même] autre. » III, 2. Il ajoute : « De fait, parmi les différences les unes rendent d'une qualité autre, et les autres rendent autre. Et celles qui rendent autre sont appelées « différences spécifiques », tandis que celles qui rendent d'une qualité autre, sont appelées différences tout court. » III, 3. Ce sont donc les différences spécifiques qui permettent de formuler les définitions.

Le genre : Selon Aristote « Est genre ce qui est prédicable de plusieurs différant par l'espèce, relativement à la question : « Qu'est-ce que c'est ? ». » *Topique*, I,5, 102a31-32. Porphyre confirme : [les philosophes définissent le genre comme] « ce qui est prédicable de plusieurs différant par l'espèce, relativement à la question : « Qu'est-ce que c'est ? », par exemple « animal ». *Isagoge*, I, 5.

L'accident : Aristote, du fait de son découpage systématique (cf. encadré 4.3), définit l'accident comme le prédicat qui n'est ni une définition, un propre ou un genre. Porphyre, ne pouvant recourir à cette systématisme, définit l'accident de la manière suivante : « L'accident est ce qui arrive et s'en va sans provoquer la perte du sujet. » V, 1. « Il se divise en deux sortes : une sorte est séparable, l'autre, est inséparable. Dormir, par exemple, est un accident séparable, tandis qu'être noir est un accident inséparable du corbeau ou de l'Éthiopien. » V, 2. « L'accident est ce qui peut appartenir ou ne pas appartenir à la même chose. » V, 4.

Les prédicables permettent donc de formuler les définitions, en agencant les genres, les espèces et les différences. L'accident demeure ce qui résiste à la pensée, ce qui est contingent, hasardeux et rebelle à toute rationalisation. Pour illustrer l'usage des prédicables, Porphyre donne comme exemple son célèbre arbre, donné dans la figure 4.1. Outre le fait qu'il illustre fidèlement le prédicable de la définition, cet arbre appelle quelque commentaire. En effet, Porphyre insiste bien sur le fait que il ne s'agit que d'un exemple, qu'il donne à titre d'illustration, pour la catégorie de la substance. Cela sous-entend qu'un tel arbre serait à refaire pour les autres catégories, où l'on distinguerait, par exemple pour la qualité, une hiérarchie d'espèces et de genres de qualités. Ces arbres sont, selon Porphyre, strictement indépendants : aucune essence déterminée dans l'arbre correspondant à une catégorie ne peut être subsumée par une essence de l'arbre d'une autre catégorie. C'est que ces essences sont hétérogènes et renvoient à des types distincts d'être : autant

vouloir ranger des espèces de pommes de terre sous le genre « nombres premiers ». Porphyre explique en effet :

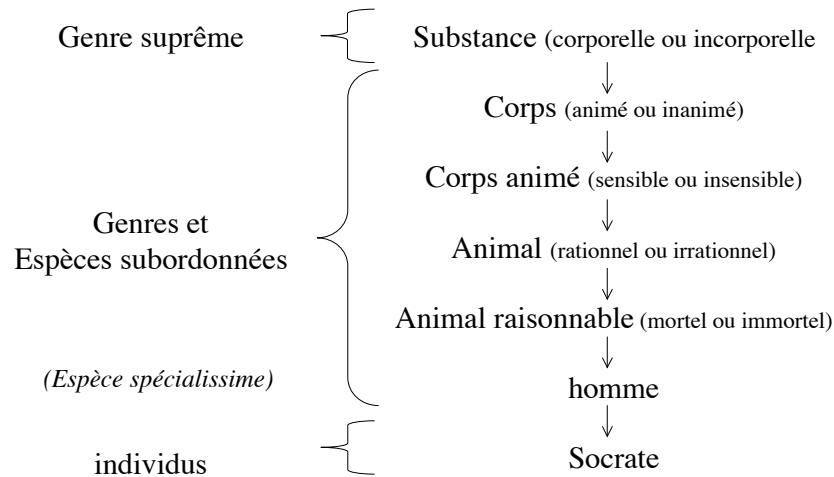


FIGURE 4.1 – L'arbre de Porphyre : il s'agit de l'exemple que donne Porphyre pour la catégorie de la substance, pour agencer les genres et les espèces.

Posons simplement, comme dans les *Catégories*, les dix premiers genres comme jouant le rôle d'autant de principes premiers : à supposer même qu'on les appelle tous étants, on le fera, dit-il, d'une manière homonymique, mais non pas synonymique. En effet, si l'étant était une sorte de genre commun de tous les êtres, tous seraient appelés étant d'une manière synonymique ; or, entre les dix premiers, la communauté ne s'étend qu'au nom, mais non pas à la définition correspondant au nom. *Isagoge*, II, 10

Sont synonymes, selon Aristote *Catégories*, I, les choses possédant un même nom et une même définition. Sont homonymes celles qui possèdent un même nom mais des essences différentes. Les catégories renvoient à une homonymie de l'Être : l'Être n'étant pas un genre, les catégories de l'Être ne sont de l'Être que par homonymie ; elles n'évoquent pas le même sens de l'Être, ou ce terme ne signifie pas la même chose pour chaque catégorie, si bien que les notions posées dans le cadre des différentes catégories ne sont pas comparables. Autrement dit, être, pour une qualité, n'a rien à voir avec ce que c'est que d'être pour une substance. Même si la substance est le modèle sur l'analogie duquel les autres catégories peuvent être pensées, la thèse de l'homonymie est là pour résister à la tentation de ramener toutes dimensions de l'Être à un type unique, la substance.

Il en ressort que chaque hiérarchie ontologique devra impérativement être un arbre, dans la mesure où la spécification d'un être inaugure un nouveau type d'être qui ne peut dès lors donner des dérivations communes avec d'autres êtres. En effet, les catégories indiquent davantage des manières d'être que des êtres : ce ne sont pas des étiquettes désignant des ensembles d'individus mais des significations permettant de se rapporter à des individus en fonction de leur manière d'être.

3.2.3 Une critique nominaliste

Les conceptions aristotélicienne et porphyrienne reposent sur l'hypothèse qu'il y a des natures générales, des essences qui sont à la fois la source de la dénomination des choses et de l'être de ces dernières. Cette hypothèse exige donc d'accorder l'existence à des entités abstraites et idéales, qui semblent n'être pourtant que des constructions de l'esprit. Dans cette optique, ces entités ne sont que des manières de parler et n'ont d'existence que nominale, comme des êtres linguistiques. Il en découle un *nominalisme* dont le plus illustre représentant est Guillaume d'Ockham [Biard, 1997]. Pour ce dernier, il n'existe que les individus singuliers, les entités générales n'étant que des signes présents à l'esprit permettant de viser collectivement les différents objets dénommés par ces signes [Alféri, 1989]. On trouve ainsi le fondement une sémantique extensionnelle, où le sens des termes n'est pas de signifier un concept (mental) ou une essence (ontologique), mais de se référer directement aux choses. De ce point de vue, les hiérarchies d'essences ne sont plus que des hiérarchies d'étiquettes évoquant des emboîtements d'extensions d'individus.

Ce point de vue a été vigoureusement critiqué par Duns Scot [Scot, 1995] qui, antérieurement et en prélude à Ockham, montre les difficultés inhérentes à une conception extensionnelle. En effet, si tous les objets ne sont que singuliers, c'est-à-dire s'ils existent indépendamment les uns des autres, sans solidarité ontologique particulière dépendant de principes supérieurs subsumant différents objets, comme le sont les essences par exemple, il devient difficile de comprendre comment un terme peut désigner telles choses plutôt que telles autres. Par exemple, pourquoi le mot « vache » permet-il de désigner les vaches, et non les vaches et les nombres premiers ? Quel principe permet de décider que les vaches se ressemblent plus entre elles qu'avec les autres choses, si bien qu'il est *naturel* d'avoir un terme qui les désigne elles, et seulement elles ? Duns Scot montre ainsi qu'il y a un arbitraire de la désignation qu'un nominaliste, limité à l'existence des individus singuliers, ne peut surmonter.

Sixièmement : si toute unité réelle est numérique, toute différence réelle est numérique. Or cette conclusion est erronée car toute différence numérique, en tant que numérique, est de même degré et, par suite, toutes choses différencieraient au même degré les unes des autres ; il s'ensuivrait donc que l'intellect ne pourrait pas davantage abstraire quelque chose de commun de Socrate et de Platon que de Socrate et d'une ligne, et que tous les universaux seraient de pures inventions de l'intellect. *Ordinatio II, Distinction 3, partie 1, Question 1, § 23.*

Car, si l'on adopte les thèses extensionnelles, il faut être conséquent et comprendre que tout ce qui est « commun » à plusieurs devient inconcevable et in-

compréhensible :

La première inférence peut encore être confirmée d'une autre manière : si la seule unité réelle qu'il y a chez cette chose-ci est numérique, la seule unité qu'il y a chez cette chose-là est numérique ; puisqu'elles ne contiennent pas d'autre unité que celle-là, elles sont radicalement distinctes l'une de l'autre puisqu'elles ne se rencontrent en aucune façon dans aucune unité. *Ordinatio II, Distinction 3, partie 1, Question 1, § 26*

3.2.4 Quel héritage ?

La tradition¹¹ de l'essence nous met donc devant l'alternative suivante :

- on considère que les seuls êtres existants sont les individus singuliers ; l'ontologie est alors réduite dans la mesure où elle peut faire l'économie des objets réifiant des notions abstraites et les généralités ; les distinctions verbales de mots ne conduisent pas à des distinctions ontologiques de choses, en confondant l'ordre du discours avec l'ordre des choses. Mais on devient incapable d'expliquer pourquoi un même terme permet de désigner une pluralité et quels critères permettent de décrire le contenu d'un concept (son extension).
- on considère que les êtres singuliers réalisent une essence ou une nature qu'ils peuvent partager au sein d'une même espèce. Cette approche permet de comprendre comment un terme peut désigner une pluralité, mais on est conduit à associer une essence à chaque terme général, obtenant une ontologie débridée.

Il en résulte une tension entre la signification et désignation. La catégorie ou le concept, comme signification, renvoie à une manière d'être et un ensemble de propriétés caractérisant cette manière d'être. Le concept comme désignation renvoie à une extension d'individus : le concept n'est qu'un simple signe, une étiquette sans contenu propre, qui désigne, pointe sur une extension d'individus. Le problème est qu'il n'est pas possible de réunir en un même cadre théorique désignation et signification : la désignation entraîne un arbitraire du signe, la signification une prolifération ontologique.

La modernité a exploré, comme on l'a souligné plus haut, chacune de ces voies : la signification, mais indépendamment de la désignation, ce sera la tradition linguistique et saussurienne, la désignation, malgré la signification, ce sera la tradition logico-formelle. Cette dernière tentera de retrouver la problématique de la signification à travers les logiques intensionnelles et modales. C'est pourquoi le paysage conceptuel contemporain peut se décomposer de la manière suivante :

- la tradition nominaliste veut fonder sur le réalisme de l'individu une logique du sens. L'étude de l'ontologie donnera lieu à des essences dont la signification sera explicitée en termes logico-formels. Ce sera ainsi la posture de N. Guarino, qui mobilisera la logique modale pour fonder son investigation des notions de rôles, substances, propriétés, etc. Cette tradition nominaliste de-

¹¹Cette tradition mériterait davantage que ces quelques lignes. Outre les ouvrages d'Alain de Libéra, fondamentaux pour notre propos [Libera, 1994, Libera, 1995, Libera, 1998], nous renvoyons à notre cours sur les ontologies.

vient dans ces conditions un essentialisme : le réalisme empirique fonde les essences que reconstruit la logique.

- la tradition essentialiste, devant la difficulté ontologique, se reportera sur une posture conceptualiste : les manières d'être sont abordées depuis les manières de les penser. Autrement dit, les manières de penser reflètent des manières d'être qui sont reconstruites à partir des premières. Paradoxalement, ce conceptualisme est un nominalisme de la signification dans la mesure où les essences sont étudiées comme des unités linguistiques et conceptuelles, sans préjuger de leur portée ontologique réelle.

Notre approche sera nominaliste et conceptuelle : nous repartirons des manières de parler pour en déduire des manières de penser pour aborder les manières d'être. L'ontologie sera donc une reconstruction locale à des pratiques linguistiques et sociales, et n'aura pas de portée métaphysique sur l'être réel des choses. C'est dans cette optique nominaliste que nous aborderons la formalisation et les outils logico-formels, qui nous permettront de construire un modèle formel du référentiel conceptuel qu'est l'ontologie. Dans ces conditions, nous nous opposons à l'approche tirant du réel empirique le modèle à partir duquel fonder la sémantique formelle de l'ontologie.

3.3 Trois points de vue sur les concepts

Avant de présenter notre méthodologie et notre approche nominaliste puis logique des ontologies, nous reformulerons notre examen de la tradition à travers une conception en trois niveaux de la notion de concept. Ces trois niveaux sont les suivants :

Le concept comme signification : le concept est une signification normée dont la compréhension correspond à sa reformulation à travers d'autres significations conceptuelles. Par conséquent, le concept s'inscrit dans un système de significations normées. Le comprendre, c'est le distinguer, le différencier des autres concepts en fonction de sa position dans le système de significations.

A ce niveau, définir une ontologie, c'est définir un système de significations normées.

Le concept comme construction : le concept ne correspond à la signification dans la langue mais à une méthode de construction d'un objet à partir de la donnée d'un divers de sensation. Le concept ne se détermine donc pas à partir d'un système de signification, mais à partir d'un donné de l'expérience, sans relation particulière aux autres concepts possibles. Le comprendre, c'est construire l'objet dont il est le concept.

A ce niveau, définir une ontologie, c'est associer à chaque concept les objets qui lui correspondent et déterminer leur méthode de construction ou de désignation.

Le concept comme prescription : le concept n'est ni une position dans un système de significations, ni une méthode de construction à partir d'un donné de l'expérience, mais il correspond à une suite d'actions à entreprendre. Le concept est alors une prescription : le comprendre, c'est l'exécuter.

A ce niveau définir une ontologie, c'est associer à chaque concept les actions qu'il faut entreprendre lorsque l'on a compris le concept.

Ces trois niveaux sont irréductibles l'un à l'autre. Le concept comme signification implique que l'on soit capable de déterminer un système de signification. Mais, avoir un système de concepts n'est pas équivalent au fait d'avoir un système du monde et des objets qui lui appartiennent. En effet, un système du monde est une notion sans contenu réel car il n'existe de totalité de l'expérience. Notre finitude nous interdit de penser le système de nos pensées comme étant le système du monde. En prenant une analogie linguistique, connaître le dictionnaire et représenter systématiquement les signifiés entre eux ne donne pas de connaissance particulière sur les objets réels. Autrement dit, poser un système de significations comme un système du monde revient à construire un système métaphysique, à se projeter dans l'absolu, bref à renouer avec le geste hégélien.

C'est la raison pour laquelle le concept comme signification et le concept comme synthèse se construisent en opposition : Kant, promoteur du concept comme synthèse, rejette la notion de système. Saussure, qui propose la langue comme système, coupe tout contact avec l'objet : la fameuse dyade signifiant / signifié, que l'on a tant critiqué pour ne pas inclure l'objet, ne peut donner lieu à un système si et seulement si elle se définit indépendamment des objets, sous peine de subordonner la linguistique à une métaphysique, et donc de compromettre son existence même.

Ces niveaux sont donc nécessaires car ils sont distincts et révèlent chacun dans leur ordre une manière de comprendre un concept. Il faut les juxtaposer et les articuler sans pouvoir avoir une compréhension du lien profond existant entre ce que signifie un concept dans le système de signification, et ce que ce même concept propose comme construction synthétique. Ainsi, le signifié linguistique du mot chien n'a pas de lien direct avec la reconnaissance perceptive de l'objet chien.

4 La méthodologie ARCHONTE

Une ontologie¹², comme on l'a vu dans la section 2, consiste dans la détermination de la signature fonctionnelle et relationnelle d'un langage de représentation des connaissances, tant sur le plan syntaxique que sémantique : à chaque symbole introduit sur le plan syntaxique correspond une signification sur le plan sémantique, de manière à pouvoir construire la signification des formules du langage à partir de la signification des primitives, logiques et non logiques, qui la composent.

Le problème est de savoir déterminer de quels symboles on a besoin et quelle signification il convient de leur donner. Puisqu'il s'agit d'un langage formel de représentation, la sémantique est nécessairement formelle, c'est-à-dire, la plupart

¹²Cette section présente notre méthodologie, ARCHONTE, pour ARCHtecture for ONTOlogical Elaborating.

du temps, extensionnelle : la signification d'un symbole consiste dans la désignation d'une classe d'individus dans un univers de référence. La tâche est donc double :

- comment savoir que l'on a besoin de tel ou tel symbole et comment déterminer son libellé ?
- comment lui associer une extension d'individus ?

Plusieurs problèmes se posent. D'une part, quel rôle joue exactement le choix de tel ou tel libellé pour exprimer une primitive ? En théorie, ce choix n'a pas d'importance particulière puisque les primitives possèdent une signification et un contenu qui n'est influencé par rien d'autre (puisque ce sont des primitives, elles viennent avant les autres). En pratique, le choix de tel ou tel libellé pour exprimer une primitive charge cette primitive de la signification que le libellé possède dans la langue d'où il a été emprunté. Ainsi, si j'appelle une primitive *virus*, je m'attends à ce que cette primitive désigne des entités responsables de certaines pathologies qui se caractérisent par un mode particulier de contamination.

D'autre part, comment déterminer l'extension des individus ? La sémantique formelle suppose une ontologie de référence, c'est-à-dire un cadre dans lequel les objets sont déterminés, énumérables, de telle manière qu'il est possible de constituer un ensemble pour en faire la référence ou l'interprétation du symbole considéré. D'un point de vue mathématique et logique, ce problème se résout dans le cadre de la théorie des modèles où l'univers de référence dans lequel les significations sont déterminées est lui-même un objet mathématique ; la relation entre le symbole et sa signification n'est alors pas une relation entre un modèle et le monde, mais entre une représentation formelle et un modèle lui-même de nature mathématique, le plus souvent tiré de la théorie des ensembles.

Mais la situation est différente dans le contexte de la construction d'ontologies dans la mesure où elles doivent refléter les objets et concepts du domaine, qui n'est autre que le monde réel dans lequel les applications développées devront s'insérer : leur modèle de référence, c'est le monde, et non un modèle mathématique, au sens de la théorie des modèles. On se trouve ainsi une difficulté qu'a rencontrée la logique mathématique à ses débuts quand s'est posé le problème d'interpréter les langages formels nouvellement élaborés. En effet, la relation de dénotation est celle que l'on trouve dans la théorie logique des modèles où la valeur sémantique d'une construction syntaxique est un objet déterminé dans un univers de référence. Cette conception dénotative où les expressions renvoient à un objet pris dans un univers de référence, en général le monde réel, remonte à Frege :

Or, il est naturel d'associer à un signe (nom, groupe de mots, caractères), outre ce qu'il désigne et qu'on pourrait appeler sa dénotation, ce que je voudrais appeler le sens du signe, où est contenu le mode de dénotation de l'objet. *in* (Frege, 1971)

Ainsi, la signification d'un terme, sa *Bedeutung* que l'on traduit habituellement par référence ou dénotation, est l'objet du monde qui lui correspond. Pour Frege, l'univers du discours, l'univers de référence, est unique et ne peut être que l'univers réel, dans sa globalité, comprenant des objets physiques et d'autres non physiques, comme le Vrai et le Faux, qui sont, comme on le sait, les dénotations possibles

des propositions. La vérité comme valeur sémantique n'est donc pas relative à un univers particulier de référence, on dira relative à un modèle, mais absolue. A ce titre, la logique devient une théorie du monde :

Pour Frege . . . , il ne peut être question de changer d'univers. On ne peut même dire qu'il se restreint à un univers. Son univers, c'est l'univers. Pas nécessairement l'univers physique, évidemment, car pour Frege certains objets ne sont pas physiques. *in* (Heijenoort, 1967, p. 325)

Le projet frégeén d'une théorie du monde provient de la volonté de réformer la langue naturelle pour obtenir des raisonnements sûrs et fiables sur les objets du monde. D'une langue ambiguë et imprécise, on obtient une langue artificielle univoque et précise. Ce dont la langue naturelle parle, elle en parle mal et confusément. L'universalité de la langue logique permet de parler de la même chose, l'univers complet, mais de façon précise et satisfaisante :

Les langages de Frege et de Peano sont réellement des fragments du langage naturel dont la signification et la grammaire ont été rendus plus rigoureuses et avec des symboles particuliers à la place des mots conventionnels. *in* (Hodges, 1985, p. 143)

La logique frégeenne est donc un langage universel dont la dénotation est l'univers complet, comprenant tous les objets, physiques, scientifiques. La logique est pour Frege une théorie du monde dont elle exprime les structures intelligibles. C'est sans doute pour cela que Frege n'a pas abordé la question sémantique du point de vue formel, intramathématique, car la sémantique n'est pas pour Frege une mise en rapport de symboles dans le cadre des mathématiques, mais bien plutôt la considération du monde depuis une langue parfaite pour l'exprimer. L'univers de référence devint relatif quand il fallut distinguer la réforme de la langue naturelle de l'utilisation formelle de signes sans signification susceptibles de recevoir différentes interprétations au gré des différents modèles de référence adoptés selon le cas :

. . . on observe deux courants : l'un va de Frege à Quine en passant par Russell. Les représentants de ce courant de pensée voient dans la logique un langage (interprété) et même une théorie qui traite des aspects les plus abstraits de la réalité. L'autre va de Boole à Hintikka en passant par Skolem. Ses représentants voient dans la logique un calcul. Cette dernière conception de la logique permet de traiter les systèmes axiomatiques non comme des collections de formules *vraies absolument*, mais comme des collections de formules *vraies relativement à un modèle*, c'est-à-dire relativement à un choix de *domaine* pour les variables et d'*interprétation* pour les constantes. *in* (Gochet and Gribomont, 1990, p. 77)

Mais les ontologies ne peuvent vouloir prétendre à une vérité absolue et ne pas se restreindre à une dénotation, c'est-à-dire une vérité, relative seulement à un modèle. En effet, vouloir dénoter directement le monde, et non une modélisation de ce dernier relativement à un contexte particulier, revient à vouloir en faire la théorie et à rechercher la vérité des choses en elles-mêmes. Ce projet est tout simplement celui d'une métaphysique.

Parler de métaphysique peut sembler étrange dans un cadre consacré à l'ingénierie des connaissances, discipline de l'informatique. Mais c'est pourtant les travaux du domaine qui l'imposent : en particulier, les travaux de Nicola Guarino [Guarino, 1995], aujourd'hui l'un des principaux acteurs de la recherche ontologique, s'inscrivent dans une perspective ouvertement métaphysique. Le terme de « métaphysique » n'est pas utilisé dans son acception continentale, suivant laquelle il désigne la recherche de l'Être par delà ses apparences phénoménales. Il faut le comprendre selon les travaux contemporains de philosophie anglo-saxonne, en particulier par exemple [Lowe, 2002, Loux, 1998], où la métaphysique est définie comme la recherche de la structure fondamentale de la réalité comme un tout :

According to one traditional and still widespread conception of metaphysics – which is basically the conception of metaphysics which informs the present book – metaphysics can occupy the interdisciplinary role just described because its central concern is with *the fundamental structure of reality as a whole*. (Lowe, 2002, p. 3)

Autrement dit, la métaphysique étudie ce que les autres disciplines supposent sans avoir à l'étudier en tant que telle : ce qu'est une substance, qu'appelle-t-on un changement, qu'est-ce qu'un rôle, une identité, etc. La métaphysique est interdisciplinaire car elle doit tirer partie des apports des multiples disciplines comme la physique, la biologie, l'histoire, etc., qui la renseignent sur la *nature* du réel, pour en tirer des enseignements sur la *structure* du réel. Que cette étude, si elle est possible, soit utile et nécessaire, on peut l'accorder. Qu'elle soit possible est en revanche problématique. En effet, [Lowe, 2002] affirme par exemple que la métaphysique est possible du fait que le réel est unitaire et cohérent. Mais rien ne prouve que cette cohérence soit d'ordre logique et repose une vérité telle que la logique la thématise depuis Aristote. Autrement dit, à un niveau simplement théorique, le fait que l'homme soit en harmonie avec son environnement n'implique pas que l'on puisse en faire l'axiomatique. Par ailleurs, d'un point de vue pratique, les domaines étudiés par les ontologies sont rarement des parties de la nature, mais concernent plutôt des domaines d'artefacts, soumis à une évolution rapide, pour lesquels les critères d'identité et d'évolution doivent être régulièrement adaptés. Autrement dit, il n'y a de métaphysique que locale et temporaire : elle ne décrit pas la structure de la réalité comme un tout, mais propose des modèles. En voulant avoir la réalité comme modèle, on en revient à des modèles locaux et temporaires de la réalité.

Construire une ontologie consistera donc dans l'établissement d'un ensemble de primitives dont la signification sera établie relativement à un modèle de la réalité. La difficulté sera par conséquent de savoir comment se mettre à la leçon du réel pour en tirer un modèle, et sous quelle forme exprimer le modèle obtenu. La méthode retenue consiste à partir de l'expression linguistique des connaissances pour proposer une modélisation linguistique, l'ontologie différentielle, que l'on formalise en un modèle formel, l'ontologie référentielle, qui s'opérationnalisera en une ontologie computationnelle (cf. figure 4.2).

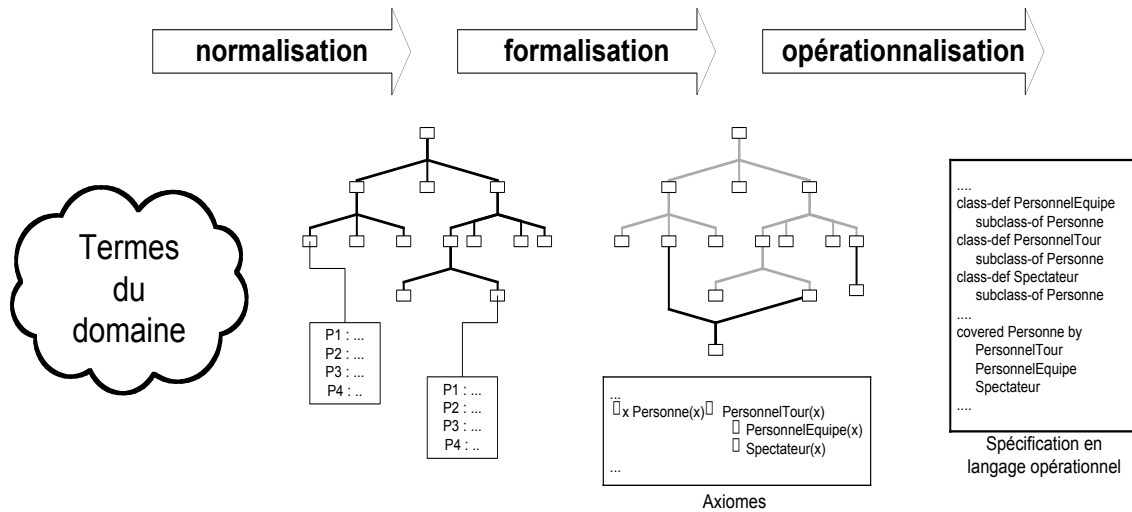


FIGURE 4.2 – Représentation globale de la méthodologie, depuis l’expression linguistique du domaine dont on extrait les termes candidats aux concepts formalisés à l’aide de langages informatiques opérationnels permettant d’associer des traitements formels aux concepts modélisés.

4.1 Connaissances, documents, et ontologies

Les ontologies correspondent aux catégories et termes permettant de penser un domaine et d’exprimer les connaissances que l’on a sur lui. Par ailleurs, construire une ontologie n’est pas se substituer aux sciences étudiant un domaine particulier et élaborant des connaissances à son endroit. La conception d’ontologie est une organisation et rationalisation des connaissances, non une recherche sur la structure du réel. Par conséquent il faut partir de l’observation des connaissances mises en œuvre par les praticiens d’un domaine pour les modéliser et dégager leur structure. *Ainsi, si la métaphysique cherche les structures fondamentales du réel comme un tout, les ontologies, telles que nous les abordons ici, doivent modéliser les structures des connaissances.* Les ontologies ont un lien indirect avec la structure du réel, dans la mesure où les connaissances la reflètent dans leur formulation. Mais, insistons-y, modéliser une ontologie n’est pas modéliser le monde, et s’il faut plonger les ontologies dans un univers philosophique, ce sera davantage

dans celui de l'épistémologie des sciences, la rhétorique des discours scientifiques et l'herméneutique du sens que la métaphysique.

Comment se manifestent les connaissances ? De multiples façons, mais avec un mode privilégié : l'expression linguistique. A travers les documents, les verbalisations, les traces écrites diverses et variées que l'on peut rassembler, on obtient une manifestation empirique des connaissances telles qu'elles sont exprimées dans une pratique. Les documents textuels peuvent être rassemblés en corpus, selon des critères explicites, pour étudier quelles sont les traces linguistiques manifestant des concepts ou connaissances.

En effet, la langue permet d'extérioriser la pensée, de l'explicitier et de la partager, et du mot au concept, le chemin n'est pas si long, à tel point que souvent le premier tient lieu du second. Cependant, l'analyse sémantique du contenu permet, par l'interprétation des formes signifiantes, d'explicitier ce qui est exprimé. L'objectif est donc de pouvoir mener cette analyse.

L'hypothèse habituellement adoptée pour cela est que la structure conceptuelle d'une connaissance se manifeste dans une stabilité morpho-syntaxique de son expression : la cohérence et la permanence étant constitutive de la connaissance comme telle, toute formulation récurrente sera l'indice qu'elle exprime une connaissance. Différents travaux se sont attachés à repérer dans les documents textuels de telles formes pour isoler et extraire des unités linguistiques qui correspondent à des connaissances particulières et dignes d'intérêt. Ces travaux sont nombreux, et un certain nombre émanent du groupe Terminologie et Intelligence Artificielle¹³ auquel nous avons participé à ses débuts. C'est un domaine actif de recherche aujourd'hui, mêlant les préoccupations de l'extraction d'information et de la modélisation des ontologies (voir l'encadré 4.4).

Les outils du traitement automatique de langue naturelle et de la linguistique de corpus permettent de repérer les unités linguistiques potentiellement pertinentes dans la mesure où elles expriment une connaissance du domaine. La difficulté est ensuite de modéliser cette connaissance à partir de cette caractérisation linguistique. Ce sera l'objet de la normalisation sémantique dont le résultat est l'ontologie différentielle.

4.2 Ontologie différentielle

Si¹⁴ les textes constituent bien un accès privilégié quoique non exclusif aux connaissances, caractériser quelles connaissances sont exprimées par un document et les concepts correspondants n'est pas une chose aisée. Les outils d'extraction terminologiques proposent des unités linguistiques dont les propriétés lexico-syntaxiques et distributionnelles laissent supposer qu'elles sont des expres-

¹³www.biomath.jussieu.fr/tia

¹⁴Cette section reprend en le refondant notre article [Bachimont, 2000a]. Une version actualisée et anglaise est disponible avec [Bachimont et al., 2002c].

ENCADRÉ 4.4 – *Extraction d'information et linguistique de corpus*

Alors que la *recherche d'information* consiste à retourner des documents en réponse à une requête d'un utilisateur, l'*extraction d'information* consiste à extraire des documents l'information permettant de répondre à une question de l'utilisateur. L'extraction d'information exige des traitements linguistiques plus élaborés que la recherche d'information qui mobilise les techniques d'indexation traditionnelles. Cependant ces deux domaines se rapprochent dans la mesure où pour mieux répondre aux requêtes d'un utilisateur, la recherche d'information non seulement retourne un document mais tend également à expliciter en quoi le document répond à la requête, si bien qu'elle explicite l'information pertinente et l'extrait du document.

L'extraction d'information repose sur deux approches essentielles [Bachimont et al., 2003] : on structure les unités linguistiques en fonction de la distribution de leurs contextes en corpus [Bourigault, 1994, Bourigault, 2002] ; ou on se fonde sur l'extraction de relations entre termes par la définition de marqueurs lexico-syntaxiques [Hearst, 1992, Séguéla, 2001]. Par exemple, l'unité linguistique « sténose de l'artère » sera repérée car « sténose » est dans le contexte d'« artère », « vaisseau » qui constituent ses *expansions*, et « artère » est dans le contexte de « sténose », de « dilatation » (dilatation de l'artère), qui constituent ses têtes. Selon l'autre approche, on repérera cette unité car elle obéit à la structure « < Nom > de < Nom > ».

La première approche suit l'idée de [Harris, 1968], à savoir que des unités linguistiques qui partagent leur distribution (l'ensemble des contextes dans lesquels elles apparaissent) ont des éléments de sens en commun. Repérer ces unités permet de présenter à un spécialiste du domaine des ensembles d'éléments terminologiques possédant une parenté sémantique. Ces regroupements sont une première étape de la modélisation ontologique, à partir de laquelle on peut amorcer différents processus, comme le proposent [Bouaud et al., 2000] (voir la figure 4.3). Cette approche est en général dédiée à l'exploration de corpus volumineux, pour en extraire des termes spécialisés entretenant une relation sémantique, car elle se fonde sur la récurrence (« redondance ») des associations entre mots.

La deuxième méthodologie est basée sur la définition *a priori* d'une relation, puis sur l'observation de sa réalisation en corpus afin d'en schématiser le contexte lexical et syntaxique. Cette schématisation constitue un patron lexico-syntaxique (LS) et permet d'extraire du corpus des couples de mots vérifiant cette relation. L'avantage de cette approche est que, étant ciblée sur le contexte lexico-syntaxique, elle reste efficace sur des corpus de petite taille.

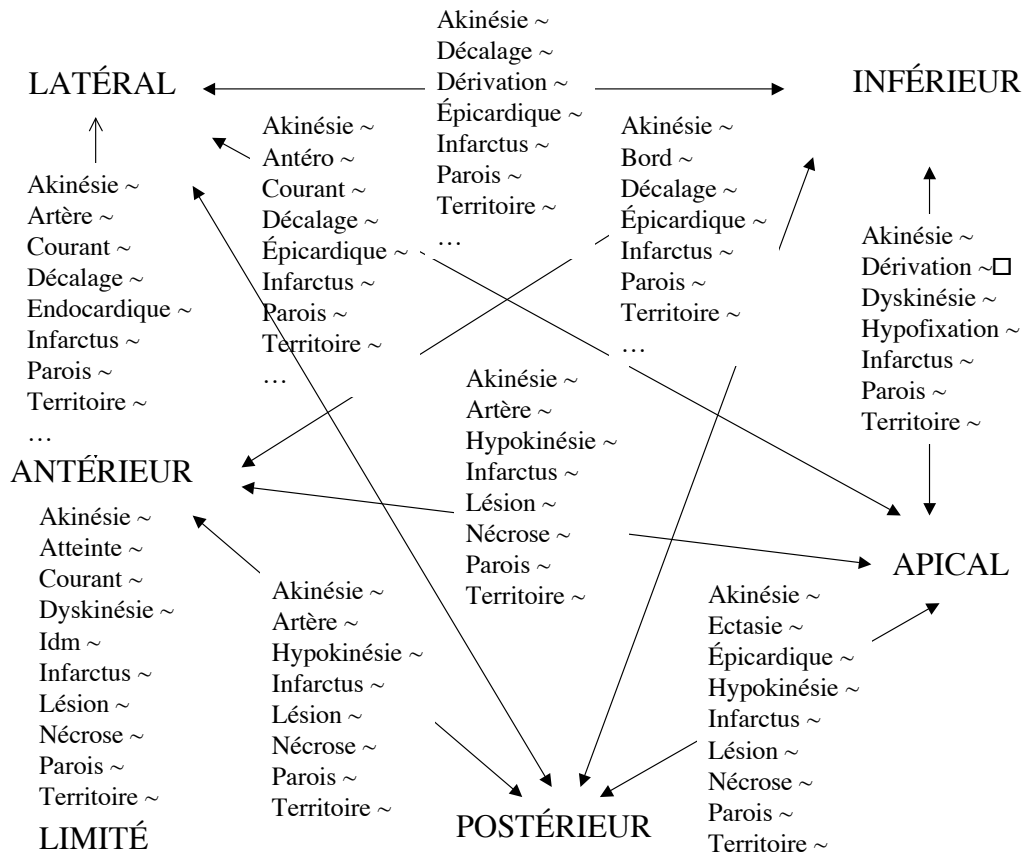


FIGURE 4.3 – En utilisant une méthode fondée sur l’analyse de la distribution des unités dans des contextes partagés, on extrait la clique suivante, où les arcs indiquent les contextes partagés par les nœuds qu’ils relient. On voit ainsi que dans le contexte commun d’« apical » et d’« antérieur », on a un paradigme, *i.e.* une classe de substitution, constituée de « Akinésie, Artère, Hypokinésie,, Territoire. Ces termes sont donc probablement pertinents dans le corpus étudié, en l’occurrence celui du projet MENELAS [Zweigenbaum and Consortium-Menelas, 1995]. La figure est extraite de [Bouaud et al., 2000].

sions d'un contenu précis du domaine. Ces unités seraient alors l'expression d'un concept du domaine : cette expression étant stable puisqu'elle a pu être extraite, on peut considérer cette unité comme un concept. Cependant, deux difficultés doivent être surmontées :

Toute unité linguistique est interprétable : adopter comme un concept un libellé linguistique attesté dans un domaine n'est pas suffisant. En effet, le propre de la langue est de permettre la variabilité interprétative en fonction du contexte si bien que, confronté à ce libellé, tout praticien du domaine sait l'interpréter sans toujours l'interpréter de la même manière, selon le contexte dans lequel il a affaire à cette expression. Il ne suffit donc pas de détecter qu'un libellé exprime une connaissance, il faut établir laquelle.

Aucune unité linguistique n'est une primitive : Les ontologies sont constituées de primitives, c'est-à-dire d'unités définies indépendamment les unes des autres, et à partir desquelles toutes les expressions du langage de représentation des connaissances pourront être constituées. Être une primitive, c'est posséder une signification non contextuelle permettant par composition de déterminer la signification des formulations l'employant. Or, aucune unité de la langue ne peut être définie indépendamment d'une autre : elle ne peut être définie qu'en fonction des unités proches d'elle dans le système de la langue d'une part, et proches d'elle dans les usages étudiés d'autre part. Toute unité linguistique possède une signification contextuelle, et aucune ne peut être reconnue comme première vis-à-vis d'une autre. Ce qui implique qu'un libellé linguistique, sans autre détermination, ne peut être considéré comme une primitive, autrement dit comme un concept ontologique.

Pour passer des unités linguistiques extraites pour leur régularité, distributionnelle et/ou lexico-syntaxique, à des concepts ontologiques primitifs, il faut d'une part dégager la signification des unités extraites et d'autre part la déterminer suffisamment précisément pour définir un concept primitif, possédant une signification non contextuelle. Pour dégager la signification, nous nous appuyons sur la sémantique générale de F. Rastier [Rastier, 1987, Rastier et al., 1994] et adoptons le paradigme différentiel¹⁵. Pour déterminer cette signification en concept primitif, nous proposons la notion de « normalisation sémantique ».

La sémantique différentielle détermine le signifié des unités linguistiques en termes de traits différentiels. De manière théorique, un trait différentiel est l'extrémité d'une relation binaire d'opposition ou d'identité, que l'on appelle *sème*. On définit ainsi plusieurs types de sèmes. Les sèmes génériques attestent l'appartenance d'une unité à une classe. Les sèmes génériques sont des traits de signification possédés par plusieurs unités. Cette commune possession détermine une classe définie par ces traits. Par exemple, les scalpels et les bistouris sont des instruments permettant d'inciser la peau. Les sèmes spécifiques déterminent les différences permettant de distinguer les unités linguistiques appartenant à une même classe. Ainsi, un scalpel n'est pas la même chose qu'un bistouri, car il est

¹⁵D'autres paradigmes proposent des voies pour étudier la sémantique : voir l'encadré 4.5. Cependant, seul le paradigme différentiel permet de décrire adéquatement le sens attesté des termes extraits sans préjuger d'une métaphysique du monde ou d'une théorie cognitive de l'esprit

ENCADRÉ 4.5 – *Les différents paradigmes pour une sémantique*

Plusieurs paradigmes se présentent dès lors que l'on veut caractériser la sémantique des langues :

Le paradigme référentiel, qui associe à chaque unité linguistique une référence pris dans un univers donné ; la référence peut être un objet (référence extensionnelle) dans un univers d'individus ou un concept (référence intensionnelle) dans un univers abstrait ; comprendre un mot, c'est trouver l'objet ou le concept qui lui correspond.

Le paradigme psychologique qui associe à chaque unité linguistique une représentation psychologique ou une « image » mentale ; comprendre un mot, c'est s'en faire une représentation.

Le paradigme différentiel, qui associe à chaque unité linguistique les unités voisines en langue (celles qui sont utilisées en même temps qu'elle dans les contextes d'usage) pour la définir par les identités et différences qu'elle entretient avec ses voisines.

Les **paradigmes référentiel et psychologique** sont extralinguistiques dans la mesure où ils associent une unité linguistique avec une entité non linguistique (objet ou représentation). Cela pose le problème de définir ce que sont les objets ou les représentations associés aux unités linguistiques. Cela entraîne la linguistique soit dans une ontologie (au sens philosophique) où il faut définir les objets du monde, soit dans la gnoséologie (théorie de la connaissance et de la cognition) où il faut définir ce que sont les représentations psychologiques associées à la compréhension linguistique. Au lieu d'assigner un domaine précis et autonome à la linguistique pour la pourvoir ensuite d'une théorie, les paradigmes référentiel et psychologique plongent la linguistique dans des problèmes plus vastes qui remettent à un horizon indéterminé la détermination d'un objet et d'une méthode. La linguistique n'est pas une théorie de l'Être ni une théorie de la connaissance et n'a pas à l'être, contrairement à ce qu'affirment par exemple la philosophie analytique ou formelle d'une part et les sciences cognitives d'autre part. Le **paradigme différentiel est intralinguistique** : il définit une unité linguistique par d'autres unités linguistiques. Les différences et identités entre unités sont définies dans la langue et peuvent être décrites à partir d'un corpus qui atteste l'usage et définit les voisins en contexte.

pour les morts et le bistouri pour les vivants ; l'un est un instrument chirurgical (bistouri), l'autre un instrument de dissection (scalpel). Il existe d'autres types de sèmes. Ce sont en particulier les sèmes inhérents et afférents, les premiers étant des sèmes attribués par défaut à un terme, mais éventuellement contredits par le contexte comme par exemple dans « la merlette blanche » où le trait inhérent de noirceur des merles est annulé par le contexte, les seconds étant des sèmes attribués par ce même contexte.

La caractérisation des sèmes permet ainsi de déterminer le signifié des unités employées dans un contexte donné. Mais on voit par exemple qu'une même unité ne possédera pas toujours le même signifié selon que le contexte annule ou non ses sèmes inhérents et active ou non des sèmes afférents. Par conséquent, la description sémantique selon le paradigme différentiel permet de décrire le fonctionnement en corpus des libellés de concept, mais pas de dégager des primitives. Pour cela il faut donc passer d'une *description* contextuelle à la *détermination* de signifiés non contextuels.

La détermination de signifiés non contextuels est une normalisation sémantique : on fixe parmi les significations possibles que peut recevoir une unité en contexte celle qui doit être à chaque fois associée. Cela revient en fait à choisir un contexte de référence dans lequel par principe les termes doivent s'interpréter. C'est dans ce contexte que l'attribution des sèmes s'effectue. Autrement dit, il s'agit d'annuler l'effet du contexte : les sèmes inhérents ne peuvent plus s'annuler, les sèmes afférents ne doivent pas s'activer. On retrouve ainsi les conditions d'une sémantique pour laquelle les unités signifient toujours la même chose quels que soient les énoncés qui les contiennent. Ce qui n'est donc pas vrai d'un point de vue linguistique doit être imposé par la normalisation sémantique.

La normalisation linguistique est le choix d'un contexte de référence, celui de la tâche ou du problème qui motive l'élaboration d'une représentation formelle des connaissances. Le point de vue de la tâche permet au modélisateur de fixer quelle doit être la signification de l'unité linguistique considérée.

Quelle méthodologie suivre pour effectuer la normalisation sémantique ? La difficulté est que les choix effectués pour chaque unité soient cohérents entre eux et permettent de construire un système de représentation. C'est là le rôle d'une méthodologie. La méthodologie que nous proposons ici repose sur l'organisation générale des unités en un réseau d'identités et de différences. Ce sont les propriétés structurelles de ce réseau qui permettent de contraindre l'interprétation des unités définies dans le réseau : la position d'une unité dans le réseau prescrit comment la comprendre et lui prescrit une signification qui pourra dès lors lui être associée quel que soit le contexte où elle se rencontre.

4.2.1 La structuration globale : l'arbre ontologique

La sémantique différentielle permet de décrire les unités entre elles par les identités qui les unissent et les différences qui les distinguent. Or, les unités décrites partagent toutes le fait d'être comparables entre elles : elles partagent le fait de dire ou d'être quelque chose pour que l'on puisse déterminer dans un second temps qu'elles ne sont pas la même chose. Par conséquent, toutes les unités se déterminent à partir d'une unité générique ultime, une unité racine, à laquelle elles appartiennent.

Par ailleurs, toutes les unités se déterminent d'une part par l'unité générique à laquelle elles appartiennent et d'autre part par les différences qui les distinguent. Cela signifie que le réseau des unités est un réseau d'héritage de propriétés où les unités filles héritent des sèmes d'une unité générique mère.

La question qui se pose alors est de savoir quelle peut être la structure d'un tel réseau d'héritage. En fait, la structure ne peut être qu'arborescente. Supposons en effet qu'une unité U ait plusieurs unités parentes directes, disons 2. Ces 2 unités parentes sont distinctes, elles se déterminent par identités et différences entre elles. Si elles ne se caractérisent que par les identités qu'elles possèdent l'une avec l'autre, cela implique que l'une est générique par rapport à l'autre et donc que l'une seulement des deux est une parente directe. Elles se caractérisent donc par les oppositions qui les distinguent. Cela implique qu'elles se déterminent par des propriétés ou traits mutuellement exclusifs : par exemple, que le scalpel est pour les morts, c'est-à-dire pas pour les vivants (bistouri). Si ces unités sont parentes directes de U, U doit hériter de ces propriétés mutuellement exclusives. Ce qui est contradictoire : par exemple, un instrument qui hérite de scalpel et bistouri doit vérifier le fait d'être pour les vivants et pas pour les morts, et pour les morts et pas pour les vivants. Par conséquent, une même unité ne peut avoir qu'une et une seule unité parente. Le réseau doit donc être un arbre.

Ce constat établi sur des principes théoriques s'effectue également sur des bases plus pratiques et méthodologiques. En effet, on peut reformuler la nécessité d'avoir une ontologie arborescente de la manière suivante : (i) l'objectif d'une ontologie est de déterminer des libellés linguistiques non ambigus pouvant servir de primitives de modélisation ; (ii) un libellé possédant plusieurs nœuds pères sera ambigu dans la mesure où chaque père est un point de vue permettant d'interpréter le nœud considéré ; plusieurs pères impliquent donc une pluralité d'interprétations possibles et par conséquent une indétermination et une indécidabilité du contenu du nœud considéré. Prenons par exemple le concept de *centaure*, qui correspond d'une part à un *homme* et d'autre part à un *cheval*. Le fait d'être un homme pour un objet implique dans sa notion par exemple le fait d'être bipède, et le fait d'être un cheval d'être quadrupède. Par conséquent, que faut-il en conclure pour la notion de centaure : un centaure sera-t-il bipède ou quadrupède ? Aura-t-il 4 membres (c'est un cheval ou un homme) ou 6 (c'est un homme *et* un cheval) ? La lecture qu'il faut faire de la notion de centaure est ambiguë et dépend du point de vue adopté, celui de cheval ou d'humain.

Cependant, le fait d'imposer une structure arborescente paraît souvent artificiel et exagérément contraint car cela heurte directement le sentiment qu'une notion se construit par la combinaison de plusieurs autres, qui constituent par conséquent autant de concepts « pères ». Le principe d'une arborescence n'est pas d'interdire la combinaison de traits sémantiques pour déterminer le contenu d'un concept à définir, mais de fixer un point de vue particulier pour lever les ambiguïtés.

Pour comprendre comment la structure arborescente permet d'éclaircir une notion sans la contraindre artificiellement, on peut mobiliser un raisonnement fondé sur une reformulation de l'analyse différentielle que nous préconisons en termes de mondes possibles, c'est-à-dire en mobilisant une analyse intensionnelle des contenus. En effet, comme nous l'avons souligné, les ontologies doivent permettre de structurer les significations ou points de vue intensionnel de manière à viser les différentes extensions d'individus que l'on pourra associer aux concepts ainsi dégagés. On pose :

- deux concepts sont intensionnellement différents s'il existe au moins un monde possible dans lequel ils ne possèdent pas une même extension. Autrement dit, il n'y a pas de jugement analytique permettant de dire que les deux concepts sont identiques.
- le fait qu'il existe un tel monde signifie que, en s'appuyant sur ce que nous comprenons par ces concepts, rien ne s'oppose à ce que nous imaginions un monde où ils ne seraient pas confondus. Autrement dit, interdire un tel monde reviendrait pour nous à opérer un glissement de sens qui serait compris alors comme faisant violence à l'acceptation visée du concept.
- Cette caractérisation fait la synthèse entre plusieurs manières de comprendre les relations analytiques entre les concepts. Selon l'acceptation kantienne, une relation analytique entre concepts correspond au fait que l'un est compris dans la définition de l'autre. Dire dans ce cas qu'« A est un B » n'ajoute rien à A, car dans le concept de A (sa définition) est compris le fait qu'il soit un B. Quand on dit alors qu'on ne peut imaginer un monde dans lequel les deux concepts soient distincts, revient à dire qu'en reposant sur l'acceptation et la définition de ces concepts, il nous est impossible de bâtir un tel monde. Appelons cette analyticité « analyticité par la définition ». Selon l'acceptation bolzaniennne (reprise par Quine), un jugement analytique est un jugement dont la valeur de vérité ne change pas si on se livre à des substitutions dans les termes du jugement : A est A est un jugement analytique car quel que soit ce que je mets à la place de A, j'aurais toujours ce jugement vrai. Ainsi, pour notre problème, le jugement « A est un B dans le monde W » reste vrai quel que soit le monde W considéré, c'est-à-dire quel que soit le contexte du jugement.

Dans ce cadre, on peut reformuler le fait que le réseau sémantique intensionnel est un arbre. Supposons que l'on ait trois concepts : mâle, femelle, hermaphrodite. La question est de savoir s'il faut construire le réseau selon les deux solutions indiquée par la figure 4.4.

On peut analyser le problème ainsi. Ces concepts sont trois valeurs possibles pour la propriété « sexe » d'un animal sexué. Ces valeurs semblent apparemment mutuellement exclusive : on ne peut être mâle et femelle à la fois. Mais comment

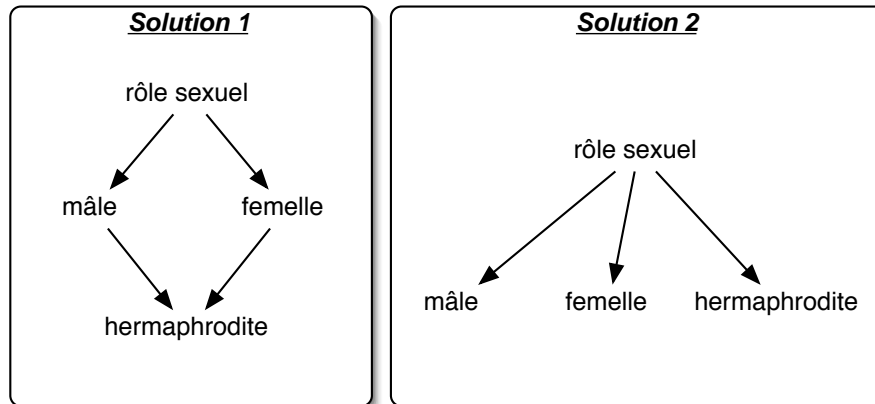


FIGURE 4.4 – Structurer les significations : la solution 1 propose une vision en treillis, mais l’analyse intensionnelle montre que *hermaphrodite* ne possède pas de véritable signification et correspond à un concept défini. En revanche, la solution 2 permet d’associer à *hermaphrodite* une signification originale, articulée à *mâle* et *femelle* sans s’y réduire.

considérer hermaphrodite ?

En raisonnant en mondes possibles, le choix est alors le suivant. *Mâle* et *Femelle* sont des concepts différents car il existe des mondes possibles dans lesquels ils n’ont pas la même extension. Si on a un concept héritant de ces deux concepts, cela signifie que ce concept doit hériter des propriétés constituant ses pères : dans tous les mondes possibles où x est un *hermaphrodite*, x doit être *mâle* et *femelle*. Par conséquent, *Hermaphrodite* n’est que la conjonction (intersection) des concepts de mâle et femelle et *intensionnellement*, *n’ajoute rien*. Il suffit alors de le considérer comme un concept défini, introduit dans l’ontologie référentielle, comme un moyen commode de désigner des objets qui sont à la fois des *mâles* et des *femelles*.

Si en revanche, le concept *hermaphrodite* est posé comme un concept frère des concepts de *mâle* et *femelle*, on insiste sur le fait que la notion d’*hermaphrodite* est bien un concept à part entière, qui justifie donc une place distincte dans l’ontologie. Cela signifie qu’il existe un monde possible dans lequel le concept d’*hermaphrodite* ne recoupe pas celui de *mâle* ou de *femelle*. Ce qui justifie en fait qu’un tel concept existe.

4.2.2 La structuration locale : les principes différentiels

Dès lors que la structure du réseau est un arbre, il devient aisé de déterminer la signification que doit posséder une unité en fonction de sa position dans l’arbre. En effet, selon le paradigme différentiel que nous avons adopté, la signification d’un nœud se détermine en fonction de ses plus proches voisins. Or, dans un

arbre, les plus proches voisins sont d'une part l'unité parente et d'autre part les unités sœurs. Il faut donc déterminer la signification d'un nœud en fonction de son parent et de ses frères. On définit pour cela 4 principes fondamentaux, les principes différentiels, qui imposent d'explicitier en fonction des voisins les identités et différences qui définissent le nœud. Ces principes sont (voir également la figure 4.5) :

Le principe de communauté avec le père : Toute unité se détermine par l'identité qu'elle possède avec l'unité parente. Il faut expliciter en quoi l'unité fille est identique à l'unité parente. C'est, *mutatis mutandis*, le principe aristotélicien de définition par le genre proche.

Le principe de différence avec le père ; Toute unité se distingue de l'unité parente, sinon il n'y aurait pas lieu de la définir. Il faut donc expliciter la différence qui la distingue de l'unité parente. C'est, *mutatis mutandis*, le principe aristotélicien de définition par la différence spécifique.

Le principe de différence avec les frères ; Toute unité se distingue de ses frères sinon il n'y aurait pas lieu de la définir. Il faut donc expliciter la différence de l'unité avec chacune des unités sœurs. Ce principe n'est pas aristotélicien, mais provient du paradigme différentiel choisi.

Le principe de communauté avec les frères ; Toutes les unités filles d'une unité parente possède par définition un même trait générique, celle qu'elles partagent avec l'unité parente. Mais il faut établir une autre communauté entre les unités filles ; c'est celle qui permet de définir des différences mutuellement exclusives entre les unités filles. Par exemple, l'unité parente est « être humain », et les unités filles sont « homme » et « femme ». Ces unités partagent le fait d'être des humains. Mais cette propriété ne permet pas de définir en quoi sont différents les hommes et les femmes. On choisit alors comme principe de communauté la sexualité, où l'on peut attribuer à « homme » le trait masculin et à « femme » le trait féminin. Ces deux traits sont mutuellement exclusifs car ce sont deux valeurs possibles d'une même propriété.

Le dernier principe n'a pas exactement la même utilité que les 3 autres. En fait, il n'intervient que pour rendre le 3^e principe possible. Il repose sur le fait qu'il ne suffit pas de poser des propriétés différentes pour caractériser les différences les unités filles, mais qu'il faut savoir en quoi elles sont différentes.

4.2.3 Concepts et relations

Nous venons de préciser comment définir des concepts. Ces concepts se définissent en termes d'identités et de différences, c'est-à-dire en termes de relations. Les relations doivent également être définies dans l'ontologie. Cependant, elles ne se définissent pas de la même manière que les concepts, car, unissant des concepts, elles se caractérisent à partir d'eux. Si l'on ne retient que des relations binaires, les relations se définissent de la manière suivante :

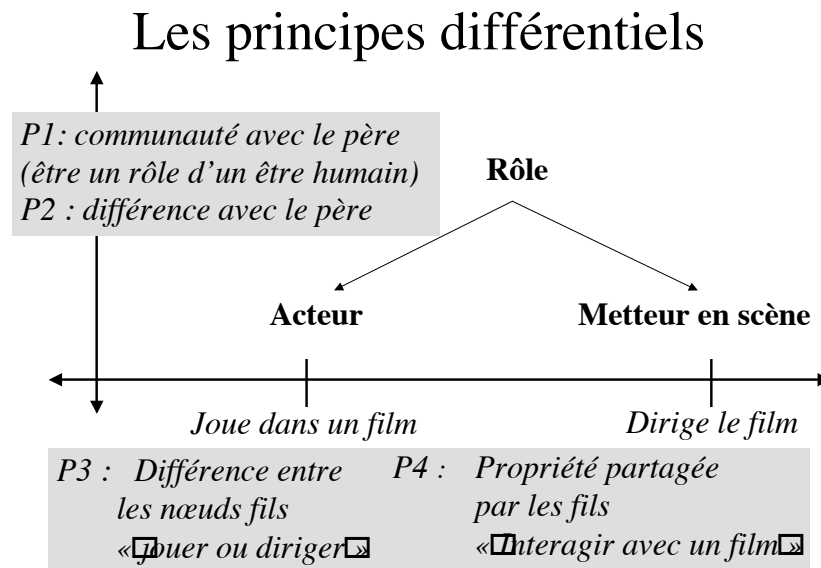


FIGURE 4.5 – Les principes différentiels : expliciter le sens des concepts primitifs obtenu grâce à la normalisation sémantique en suivant quatre principes.

- Une relation se définit par les concepts qu'elle relie : par exemple, « être animé » et « action » ; ces concepts constituent la signature sémantique de la relation.
- Elle se définit en outre par un contenu sémantique intrinsèque articulant les deux concepts : par exemple, le fait que l'être animé est l'agent de l'action. La sémantique intrinsèque de la relation est spécifiée vis-à-vis des autres relations possédant la même signature sémantique selon les principes différentiels vus plus haut. Par exemple, la relation « patient » entre être animé et action se définit par identité et différence avec la relation agent. L'identité, c'est le fait d'avoir la même signature, la différence, c'est le fait de subir l'action plutôt que de l'exercer. L'identité n'est pas forcément réduite au fait d'avoir la même signature : par exemple, la relation « agent volontaire » et « agent involontaire » possèdent comme identité, outre la même signature, le fait d'avoir un père commun, la relation « agent ».

Autrement dit, chaque signature sémantique est potentiellement la racine d'un arbre différentiel de relations possédant la même signature et spécifiées selon les principes différentiels. Les signatures sémantiques constituent également un arbre : on a donc un arbre de relations venant compléter l'arbre des concepts.

4.2.4 Engagement sémantique et modélisation des primitives

Les principes différentiels associés à un nœud de l'arbre ontologique explicitent en termes linguistiques, empruntés au domaine, ce qu'il faut comprendre à la lecture du libellé du nœud. Les principes différentiels constituent donc une grille de lecture et sont des prescriptions interprétatives qu'il faut suivre pour savoir comment interpréter le libellé. C'est le respect de ces principes qui permet de considérer ce libellé non pas comme une unité linguistique dont le sens varie selon le contexte de son utilisation, mais comme une primitive au sens invariable.

En effet, quand un utilisateur aborde l'arbre ontologique, ce qu'il considère, c'est avant tout une structure arborescente de termes dont le libellé est emprunté à la langue du domaine. Par conséquent, l'utilisateur aborde les concepts comme des unités linguistiques, comme des mots, qu'il interprète selon ses propres habitudes. Par conséquent, à chaque utilisateur son interprétation. Pour surmonter la variabilité de ces interprétations, les principes différentiels prescrivent à l'utilisateur comment préciser et ajuster le sens qu'il attribue aux libellés qu'il considère. Ainsi, les principes n'attribuent pas du sens à des libellés qui en serait par ailleurs dépourvus. Mais les principes raffinent et ajustent un sens que les utilisateurs attribuent spontanément aux nœuds de l'arbre ontologique, puisqu'ils sont des locuteurs de la langue du domaine et que les libellés des nœuds sont empruntés à cette langue.

Le contexte interprétatif d'un nœud n'est pas constitué seulement des principes différentiels associés à ce nœud, mais aussi des principes associés aux nœuds composant la branche le reliant à la racine de l'arbre ontologique. Ainsi, le sens d'un libellé est déterminé à partir de sa position dans l'arbre. On obtient un réseau dans lequel la position d'un nœud conditionne sa signification. La signification définie par la position dans l'arbre est invariable selon les contextes.

Le libellé peut alors être utilisé comme une primitive. En respectant les principes différentiels, en s'engageant à suivre la sémantique qu'ils prescrivent, les nœuds de l'arbre ontologique correspondent à des concepts pouvant être utilisés comme des primitives de modélisation et de formalisation. Nous venons donc de définir l'engagement sémantique à la base de l'ontologie : il s'agit de l'ensemble des prescriptions interprétatives qu'il faut respecter pour que le libellé fonctionne comme une primitive.

4.2.5 Ontologie régionale et engagement sémantique

On peut contester notre usage du paradigme différentiel pour modéliser une ontologie fondée sur l'engagement sémantique. En effet, le paradigme différentiel, intralinguistique, récuse de ce fait qu'il soit possible de déterminer le sens d'une unité linguistique par rapport à autre chose que le linguistique lui-même. Le sens d'une unité linguistique se définit par d'autres unités linguistiques, et non par un

concept, une référence ou une représentation psychologique. Par conséquent, la seule donnée disponible pour déterminer le sens est l'usage linguistique lui-même, c'est-à-dire l'usage en contexte. Le paradigme différentiel a par conséquent comme but de définir le sens en contexte et de rendre compte des variations contextuelles. Autrement dit, derrière un mot, il n'y a pas un type, existant *a priori*, dont il faudrait décrire les altérations en contexte, mais seulement des occurrences, dont on abstrait, à des fins théoriques ou lexicographiques, un type : les définitions du dictionnaire ne sont que des constructions théoriques du linguiste, et non des réalités précédant l'usage en contexte des unités linguistiques [Rastier, 1987].

Or, notre méthodologie détourne d'une certaine manière ce paradigme linguistique puisque, de la description du sens en contexte, on veut normaliser un sens non contextuel pour dégager des primitives de modélisation.

La contradiction n'est qu'apparente. En effet, la normalisation sémantique n'est pas une entreprise visant à retrouver derrière les variations contextuelles une signification unique, le sens de l'unité linguistique. Cela reviendrait en effet à sortir du paradigme différentiel puisque cela consiste à affirmer que l'unité linguistique signifie *a priori* un concept avant d'être plongée dans un contexte. Au contraire, la normalisation sémantique construit une signification en privilégiant un contexte particulier, celui de la tâche considérée. La normalisation part donc de la donnée empirique disponible, le corpus, pour analyser les variations contextuelles qu'il comporte du point de vue d'un contexte privilégié pour déterminer les sens possibles en une signification adaptée à la tâche.

C'est pourquoi l'engagement sémantique ne dégage pas le sens universel des termes, une ontologie universelle qui serait cachée derrière leurs usages variés. L'engagement sémantique dégage une ontologie valable seulement localement, régionalement, dans le cadre d'un domaine et d'une tâche. L'engagement sémantique normalise une ontologie régionale, et reflète une structure dont la validité est restreinte à une tâche dans un domaine donné, et ne construit pas une ontologie universelle ou formelle, qui refléterait les lois universelles de la pensée.

4.3 Ontologie référentielle

L'ontologie référentielle correspond à l'ontologie munie d'une sémantique formelle extensionnelle relevant de la théorie des modèles. Les concepts de l'ontologie sont interprétés en termes d'ensembles dans un univers de référence. L'ontologie correspond à ce niveau à une représentation formelle dont la sémantique se construit à partir d'un modèle extensionnel : alors que l'ontologie différentielle associe aux concepts une signification linguistique, l'ontologie référentielle leur associe une dénotation dans un modèle. Le problème est de savoir à ce niveau comment construire ce modèle.

La difficulté est que l'on passe d'une sémantique de la signification à une sémantique de la désignation : dans l'ontologie différentielle, un concept renvoie à une

explicitation linguistique contrôlée par les principes différentiels ; le comprendre, l'interpréter, c'est lui associer d'autres concepts. Dans l'ontologie référentielle, un concept renvoie à une dénotation dans un modèle, où il désigne un ensemble d'individus. Le comprendre et l'interpréter, c'est lui associer des entités extra-linguistiques prises dans un modèle.

La construction du modèle référentiel découle des significations fixées par l'ontologie référentielle. Celle-ci en effet permet de mettre en œuvre plusieurs types de concepts :

Des concepts « métaphysiques » : ces concepts apparaissent dans la partie supérieure de l'ontologie et correspondent à des concepts très abstraits, et sont introduits pour structurer le reste de l'ontologie. Ce sont des concepts comme « changement », « processus », « état », etc. Ces concepts reposent sur une théorie du monde et nécessitent souvent une approche philosophique pour être caractérisés.

Des concepts « structurants » : ces concepts apparaissent dans la partie médiane de l'ontologie et correspondent aux concepts de base du domaine, que les praticiens connaissent et qu'ils utilisent pour structurer leurs connaissances. Pour un médecin, cela renverra à des concepts comme « intervention », « pathologie », « maladie de système », etc. Ces concepts nécessitent une bonne connaissance du domaine pour être caractérisés.

Des concepts « parataxiques » : ces concepts apparaissent dans la partie inférieure de l'ontologie et correspondent aux concepts servant uniquement à désigner des objets du domaine dans un mode énumératif ou parataxique. En médecine, cela correspondra à l'énumération des noms de molécules biochimiques utilisées comme principe actif dans la conception des médicaments, ou les noms commerciaux de ces derniers, ou enfin ce peut être l'énumération des os composant le squelette. Ces concepts apportent peu de connaissances en eux-mêmes car leur signification est réduite : ils ne servent principalement qu'à désigner. Ces concepts nécessitent une pratique du domaine pour savoir quelles constantes introduire pour évoquer les objets utiles et fréquents du domaine.

Les frontières entre ces trois niveaux sont relatives : le concept d'étiologie, fréquent en médecine, peut être considéré à la fois comme un concept métaphysique ou comme un concept structurant. En fonction des connaissances mobilisées pour les caractériser, on pourra déterminer leur nature : si on mobilise une théorie de la causalité, en différenciant différents types de causalité par exemple, on aura un concept métaphysique. Si on mobilise le concept de cause sans l'interroger, et que l'on distingue par exemple les processus causaux des descriptions cliniques, on aura un concept structurant. Mais, comme les concepts structurants nécessitent souvent pour leur caractérisation l'élaboration d'une épistémologie locale à la notion, l'élaboration ontologique peut donner lieu à de fructueux dialogues entre le praticien du domaine et l'ontologue.

L'élaboration du modèle référentiel s'appuie principalement sur les concepts parataxiques et les concepts métaphysiques. En effet, les concepts parataxiques sont

des constantes servant à désigner les objets du domaine. Les concepts métaphysiques évoquent le type d'objet auquel on aura affaire dans le domaine. Autrement dit, un modèle référentiel se construit à partir d'univers d'individus posés pour chaque concept métaphysique, associés à des objets identifiés par des constantes. Les concepts structurants sont alors construits comme des ensembles déterminés dans des univers d'individus.

Une fois le modèle référentiel construit, chaque concept de l'ontologie peut avoir une sémantique formelle associée. La question est de savoir si le changement de type de sémantique modifie ou non la structure de l'ontologie. La réponse est que la structure est effectivement modifiée, et assouplit la structure arborescente de l'ontologie différentielle en un treillis. En effet, alors que l'ontologie différentielle hiérarchise des traits différentiels dont l'héritage multiple est contradictoire, l'ontologie référentielle hiérarchise des extensions dont l'héritage multiple est parfaitement innocent. Plus précisément, l'ontologie référentielle obéit à deux types de contraintes. D'une part, *l'ontologie référentielle obéit aux contraintes sémantiques de l'ontologie référentielle* : la structure arborescente de l'ontologie différentielle se retrouve dans l'ontologie référentielle et lui donne son squelette. Chaque relation de spécialisation sémantique au niveau différentiel se traduit par une spécialisation d'extension au niveau référentiel. La signification se traduit en termes de dénotation, et les relations dénotationnelles respectent les relations déterminées en termes de signification.

D'autre part, *l'ontologie référentielle peut ajouter des héritages multiples* : dès lors que les concepts différentiels ont été traduits en concepts référentiels, il devient possible de créer de nouveaux concepts, des « concepts définis », qui ne sont pas des concepts primitifs introduits dans l'ontologie différentielle, mais qui constituent des concepts ne servant qu'à désigner l'intersection des interprétations de concepts déjà présents. Par exemple, on pourra définir le concept de « député-maire » pour désigner les individus qui sont à la fois maire et député, bien que les notions soient disjointes et ne peuvent posséder de fils communs dans l'ontologie différentielle (voir la figure 4.6).

Les concepts définis ne sont donc pas de véritables primitives du domaine, mais correspondent à des commodités de désignation introduites à la suite de la modélisation différentielle. En passant de l'ontologie différentielle à l'ontologie référentielle, on passe d'un arbre de différences à un treillis de références.

4.4 Ontologie computationnelle

Au dernier niveau de notre méthodologie, il faut élaborer une version exploitable informatiquement de l'ontologie, où la signification des concepts se traduit par des calculs ou des inférences. Les concepts de l'ontologie computationnelle sont des structures d'inférence implémentant leur signification référentielle. En pratique, cela revient à exprimer les ontologies dans un langage opérationnel comme les graphes conceptuels [Sowa, 1984] ou les logiques de description [Napoli, 1997].

Structure de l'ontologie référentielle

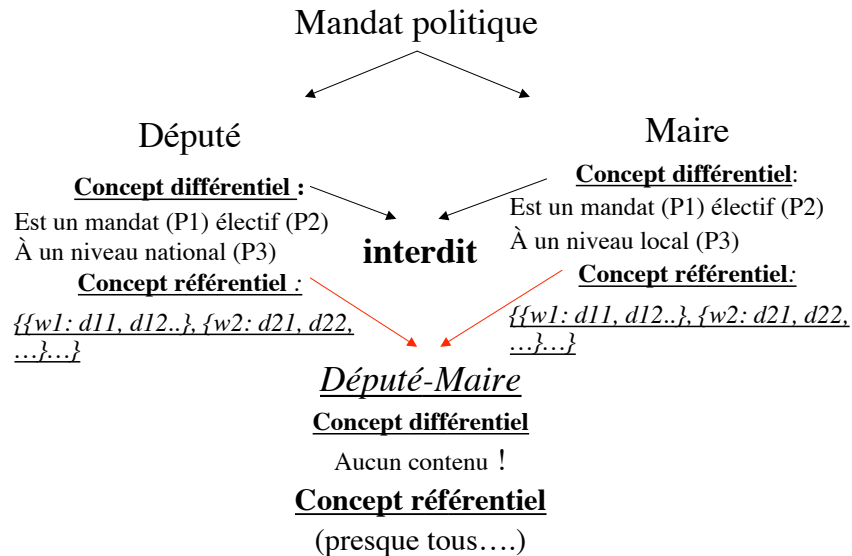


FIGURE 4.6 – L'ontologie référentielle reprend la structure arborescente de l'ontologie différentielle et l'enrichit de concepts définis, introduits uniquement pour désigner l'extension produite par le croisement de plusieurs concepts : Député-Maire permet de désigner les individus à la fois Maire et Député, bien que les notions de Maire et de Député restent distinctes.

Ces langages traduisent par des opérations de jointure et de projection (graphes conceptuels) ou par la classification (logique de descriptions) la structure ontologique représentée. Nous ne reviendrons pas sur ces langages dans la mesure où nous reprenons la littérature sans prétendre y apporter des éléments nouveaux.

5 L'approche formelle des ontologies

5.1 L'ontologie formelle

L'ontologie formelle¹⁶ est une notion philosophique importante, dont le principal contributeur fut sans conteste Husserl. L'ontologie formelle se définit de la manière suivante.

Chaque domaine mobilise des notions spécifiques et des types d'objets corres-

¹⁶Cette section s'appuie en partie sur notre article [Bachimont, 2001].

pondants. Ces notions et objets renvoient à une réalité, effective ou idéale, que l'on décrit à travers les connaissances du domaine. Ces notions et objets relèvent donc d'une ontologie, car on décrit une réalité, c'est-à-dire l'objet de la connaissance et non la connaissance elle-même, et elle est « matérielle » car elle décrit la teneur de cette réalité. On a donc des *ontologies matérielles*, propres à un domaine donné, décrivant les notions et les objets qui lui sont spécifiques. En particulier, il ne peut y avoir une ontologie matérielle pour toute la réalité, car celle-ci comporte des régions distinctes et incommensurables.

Cependant, on s'aperçoit qu'en décrivant la réalité des différentes régions considérées, on mobilise des notions et objets qui ne reflètent pas la réalité décrite, mais notre manière de la penser. Par exemple, la notion de tout et de partie, la notion d'ensemble, de substance, de propriété, de rôle, etc., n'appartiennent pas à une région particulière du réel, mais renvoient à nos modes de pensée. En ce sens, ces structures sont *formelles* et non *matérielles*, car elles reflètent la forme de notre pensée (comment on pense) et non la matière (c'est-à-dire ce que l'on pense) de cette même pensée.

Mais s'il y a des structures formelles, peut-on parler d'ontologie formelle¹⁷ ? Voici quel est le problème. « Ontologie » renvoie à ce qui existe et s'oppose à nous comme objet. Par définition, une ontologie ne caractérise pas la pensée, mais ce qui est pensé. Par conséquent il n'y pas lieu de parler d'ontologie formelle si par formel il faut entendre ce qui relève de la forme de notre pensée. D'ailleurs, il existe déjà un domaine du formel, c'est celui de la logique. La logique étudie les jugements vrais en tant que leur vérité procède de leur forme et non de leur matière ($A \vee \neg A$ est vrai indépendamment de la « matière » de A , cet énoncé n'est vrai que par sa structure formelle). La logique étudie donc comment nos connaissances peuvent être vraies en fonction de la forme qu'elles revêtent.

Ainsi, comme le souligne Roberto Poli [Poli and Simons, 1996], l'ontologie formelle se caractérise à la fois comme formelle, et elle se distingue alors de la logique formelle, qui est l'autre manière de considérer la sphère du formel, et comme ontologie, et elle se distingue alors de l'ontologie matérielle, qui est l'autre manière de considérer l'ontologie. Mais cette double distinction donne-t-elle un objet digne d'intérêt ?

Husserl [Husserl, 1957] a montré que la vérité formelle de nos jugements et de nos connaissances avait son corrélat du côté objectif, c'est-à-dire des objets décrits. En particulier, il y a des formes d'objets, s'appliquant à tous les objets

¹⁷Les travaux sur l'ontologie formelle, dans leur commencement husserlien, se situent à la frontière entre la logique classique et la logique mathématique contemporaine. Or, ces deux logiques ne sont pas identiques. La logique classique étudie les lois de la pensée en tant qu'elles prescrivent la forme de nos jugements et leur capacité à préserver le vrai. La logique mathématique moderne se définit pour une large part comme une théorie du calcul et de la démonstration, c'est la théorie de la preuve, consacrant à la vérité et au rapport à une réalité de référence une partie spécifique, à savoir la théorie des modèles. L'ontologie formelle est à la croisée de ces chemins, car elle se demande comment le calcul et la combinatoire formels de nos jugements peuvent prétendre avoir une valeur ontologique, c'est-à-dire sur les objets considérés dans un univers de référence, voire l'Univers de référence

pensés dans les ontologies matérielles, qui ne sont pas des formes de connaissances, ou des structures de connaissance. Autrement dit, il existe des structures formelles qui ont trait, non à la vérité qui est du ressort de la logique, mais à la structure des objets pensés. Ces structures formelles, formes d'objet, etc., ne sont pas de simples formalisations des objets matériels, au sens où il n'existerait que du matériel, et l'ontologie formelle en donnerait des abstractions formalisées. Elles correspondent à une véritable dimension de l'être, de l'être formel, qui se distingue de l'être matériel. De la même manière que l'ontologie matérielle pose qu'il existe des nombres entiers, ou des pommes, l'ontologie formelle pose qu'il existe des relations et des propriétés. C'est ainsi qu'il faut distinguer trois niveaux¹⁸ :

le matériel : il s'agit de la matière des choses, ce dont les choses sont faites, bref des contenus appréhendés dans les différentes pratiques (qu'elles soient théoriques, concrètes, etc.);

le formalisé : il s'agit de la formalisation du matériel ;

le formel : il s'agit des objets formels de l'ontologie formelle, qui possèdent une consistance ontologique propre, autonome et indépendante de l'ontologie matérielle. Il ne s'agit pas simplement d'ontologie formalisée, qui ne serait pas forcément encore une ontologie, mais de la portée ontologique de la formalisation de l'ontologie.

C'est pourquoi on peut parler d'ontologie formelle. Traditionnellement, l'ontologie formelle subsume¹⁹ les ontologies matérielles. Autrement dit, la relation entre l'ontologie formelle et les ontologies matérielles n'est pas une relation de spécialisation, mais une relation d'instanciation. Ce n'est pas une classe super générique, mais une méta-classe.

De même, l'ontologie formelle serait unique, même si elle permet de brasser différentes notions : l'ontologie formelle des relations tout-partie, de la causalité, de la temporalité, des substances et des accidents, etc. Cependant, on peut dégager une double possibilité :

- si on considère que l'ontologie formelle est davantage que la formalisation de l'ontologie matérielle, elle possède une portée ontologique intrinsèque. En ce sens, elle doit être unique.
- si on considère que l'ontologie formelle dégage l'engagement ontologique des notions posées dans l'ontologie matérielle, l'ontologie formelle peut être mul-

¹⁸Comme le souligne Jocelyn Benoist : « Nous disons bien : *formelle*, et non *formalisée*, car après tout, n'importe quoi peut être formalisé, et il n'est pas sûr que la formalisation possible ou nécessaire d'une ontologie témoigne de son caractère intrinsèquement formel (c'est-à-dire de l'inscription de la forme même dans l'être qui est en lui-même, en un sens ou un autre, « formel »), selon une confusion souvent entretenue aujourd'hui. Le problème de l'ontologie formelle n'est pas le simple fruit de la rencontre contemporaine de la vieille problématique ontologique et de la formalisation, d'une interprétation philosophique de cette formalisation. Il naît de certaines possibilités attribuées à cette formalisation, d'une interprétation philosophique de cette formalisation qui, précisément, lui accorde une portée ontologique – et non le seul rôle d'auxiliaire de l'ontologie, et par là même relais des ontologies passées. » *in* [Benoist, 2000].

¹⁹On retiendra pour la notion de subsomption son sens philosophique habituel [Lalande, 1991], selon lequel un concept subsume les objets qui tombent sous ce concept : par exemple, le concept de chat subsume Félix.

tiple. Elle reflète du point de vue formel les prises de position quant à l'être de l'ontologie matérielle.

En pratique, ce débat renvoie à la possibilité d'avoir une ontologie formelle universelle, ou des ontologies formelles par domaine. Traditionnellement, et la plupart des travaux du domaine (par exemple [Poli and Simons, 1996, Mulligan, 1992]) vont en ce sens, on recherche une ontologie formelle unique et universelle. La profusion des propositions inciterait cependant à adopter une conception plus diversifiée de l'ontologie formelle.

L'ontologie formelle renvoie donc à une métaphysique dans la mesure où chaque objet ressortissant d'une ontologie matérielle est subsumé par un cadre a priori spécifié par l'ontologie formelle.

5.2 Les propositions de Guarino

L'objectif de ces propositions est de proposer une ontologie de haut niveau, fondée sur l'ontologie formelle, fournissant un cadre sémantique pour tous les domaines possibles. Cette ontologie formelle a pour but de spécifier les contraintes que doivent respecter les notions pour être intégrées dans une ontologie. Par exemple, on peut disposer d'un cadre ontologique formel qui spécifie que :

- une substance est un prédicat qui qualifie un objet de manière invariable quel que soit le monde possible considéré. En gros, $P \rightarrow \Box P$. Une pomme est une pomme dans tous les mondes possibles considérés, si on décide que c'est une substance.
- une propriété, un rôle peuvent varier d'un monde possible dans un autre. Ainsi, dans le monde réel, on dira qu'un chiot n'est pas forcément encore un chiot dans un autre monde, mais il reste un chien. C'est pourquoi la notion de chien est une substance et celle de chiot est une propriété et non une substance.

Le point important est que la réflexion ontologique menée par Guarino mobilise la sémantique dénotationnelle pour spécifier le contenu des objets formels (substance, rôle, tout, partie, etc.). Autrement dit, la contrainte introduite par l'ontologie formelle se traduit par des propriétés que doivent vérifier les référents des notions matérielles définies.

Dans ses récents articles, Guarino propose de clarifier ou « nettoyer » la structure des ontologies en utilisant ce qu'il appelle des « méta-propriétés » qui servent à contraindre la relation de spécialisation entre des concepts. Par exemple, on affirme qu'une propriété Φ ne peut spécialiser une propriété Ψ si Φ est antirigide et que Ψ est rigide. Par rigidité, il faut entendre la métapropriété suivante : Φ est une propriété rigide si elle est nécessaire pour toutes ses instances. Elle est non rigide s'il existe une instance pour laquelle elle n'est pas nécessaire, et antirigide si, pour toutes ses instances, elle n'est pas nécessaire :

Rigidité	Φ^{+R}	$\forall x \Phi(x) \Rightarrow \Box \Phi(x)$
Non rigide	Φ^{-R}	$\exists x \Phi(x) \wedge \neg \Box \Phi(x)$
Anti rigide	$\Phi^{\sim R}$	$\forall x \Phi(x) \Rightarrow \neg \Box \Phi(x)$

On dira ainsi que la propriété « Être humain » est rigide : si x est un être humain, alors il l'est dans tous les mondes possibles, sinon ce n'est plus le même x . « Étudiant » est antirigide : pour tout x qui est un étudiant il existe un monde où ce même x n'est pas un étudiant. Enfin, « Grand » est une propriété non rigide : si x est grand, il peut exister un monde où il ne l'est plus, tout comme des x restent grands dans tous les mondes possibles. Dans ce contexte, on ne peut avoir une propriété rigide qui soit subsumée par une propriété antirigide. Supposons que :

$$\forall x \text{EtreHumain}^{+R}(x) \Rightarrow \text{Etudiant}^{\sim R}(x)$$

Tous les x qui sont des êtres humains, le sont dans tous les mondes possibles. Mais, dans chaque monde possible, un x qui est un être humain est également un étudiant, puisque *Etudiant* est une classe générique de *EtreHumain*. Par conséquent, *Etudiant* serait rigide pour les x qui sont des êtres humains. Or, *Etudiant* est antirigide : pour tous les x qui sont des étudiants, il existe un monde où il ne l'est pas. Ce qui implique une contradiction.

C'est ainsi que Guarino propose plusieurs métapropriétés : la rigidité, l'identité (le fait de disposer d'une propriété permettant de distinguer une instance d'une autre), l'unité (le fait de faire partie d'un tout) et la dépendance (le fait pour une instance x de n'exister qu'accompagnée d'une instance qui n'est pas une partie ou un constituant de x). Les contraintes entre ces métapropriétés contraignent la subsumption entre les propriétés qui les portent. Ainsi, l'ontologie formelle exprimée par les métapropriétés contraint les relations entre les notions du domaine (ontologie matérielle).

6 La formalisation de la méthodologie ARCHONTE

La formalisation²⁰ proposée ici s'articule en deux temps : selon le premier, on formalise l'ontologie interprétative ou différentielle indépendamment de la considération de tout référent. Dans un second temps, on introduit la considération des référents, et formalise l'ontologie différentielle en dégageant d'une part ce qui relève de l'ontologie formelle et d'autre part ce qui relève des ontologies matérielles qui viennent instancier les structures ontologiques formelles.

²⁰Cette section s'appuie en partie sur notre article [Bachimont, 2001].

6.1 La formalisation intensionnelle de l'ontologie interprétative

6.1.1 Principes

L'ontologie interprétative est une structure de notions, de contenus conceptuels, indépendamment du monde que l'on veut décrire en mobilisant ces notions. Par conséquent, ces notions doivent se considérer indépendamment de toute référence ou dénotation.

Par ailleurs, chaque nœud de l'arbre des concepts se voit pourvu de propriétés spécifiées par les principes différentiels. On peut donc considérer qu'un nœud détermine un univers intensionnel où certaines propriétés sont vraies, d'autres fausses, cet univers correspondant à la définition d'un concept. Par conséquent, un nœud est un monde possible correspondant à une combinaison de propriétés.

La structure des mondes possibles doit correspondre à la structure arborescente des concepts. Cette formalisation en monde possible permet de résoudre un problème délicat, celui de l'objet général (voir par exemple [Nef, 1998]). En effet, la structure arborescente différentielle implique qu'un nœud père peut posséder des fils possédant des propriétés qui s'excluent mutuellement. Or, le père est plus général que les fils et doit par conséquent comporter les propriétés des fils. Mais ces propriétés peuvent être contradictoires, par conséquent un objet général père de plusieurs fils est impossible.

Ce problème est bien connu en philosophie. Locke avait déjà souligné que le triangle, en général, ne pouvait être un objet, car il aurait fallu qu'il fût à la fois aigu, obtus, isocèle, équilatéral, etc., puisque ces propriétés constituaient toutes des manières de spécifier cet objet général. Dans le cadre extensionnel habituel de la logique, ce problème ne se pose pas, car un objet général n'est pas une notion que l'on peut spécifier en ajoutant des propriétés parfois contradictoires entre elles, mais simplement une extension plus grande qui contient les extensions des objets qui le spécialisent. De manière extensionnelle, le fils d'un nœud n'est pas une propriété qui spécialise une notion, mais la spécification d'une extension moindre que celle du père. Cependant, par hypothèse, nous nous sommes interdit de considérer l'extension des concepts pour ne considérer que leur contenu notionnel. Les nœuds fils sont donc bien des propriétés que l'on ajoute, et non des extensions que l'on amoindrit. Par conséquent, on rencontre le problème de l'objet général.

6.1.2 Les mondes possibles

La solution proposée est de considérer qu'un objet général est un univers de propriétés, une extension de propriétés, qui peut donner accès à d'autres mondes possibles, qui rendent vraies certaines propriétés et pas d'autres. On adopte donc une formalisation relevant de la logique modale propositionnelle, munie d'une sémanti-

que selon les mondes possibles²¹. Le relation d'accessibilité entre les mondes possibles vérifie les propriétés suivantes :

Réflexivité : $\forall w wRw$ chaque monde a accès à lui même et aux propriétés qui le composent ;

Antisymétrie : si w_1Rw_2 et w_2Rw_1 , on doit avoir $w_1 = w_2$; autrement dit, si un monde a accès aux propriétés des mondes fils, la réciproque est fausse.

Transitivité : Un monde a accès à tous ses descendants.

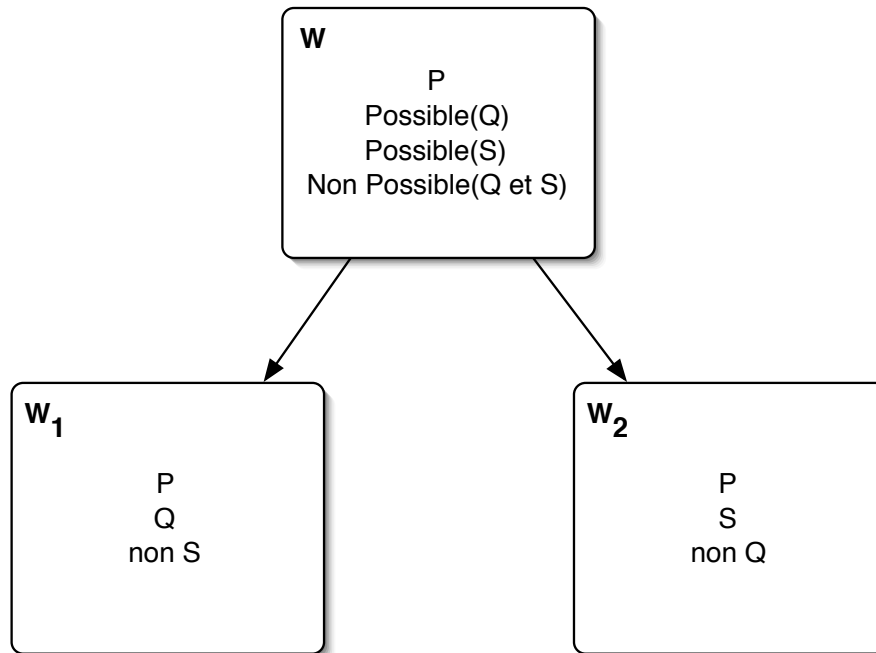


FIGURE 4.7 – Structuration selon la sémantique des mondes possibles de l'ontologie différentielle.

6.1.3 L'axiomatique

Soit un monde w , possédant la propriété P , père des mondes w_1 et w_2 , w_1 possédant la propriété supplémentaire Q , w_2 la propriété supplémentaire S . Q et S spécialisent chacune P dans leur monde respectif.

Dans w , on a les assertions suivantes :

$$P, \diamond Q, \diamond S, \neg \diamond (Q \wedge S)$$

On affirme ainsi qu'il existe un monde accessible depuis w où Q est vrai (c'est w_1), un monde accessible où S est vrai (c'est w_2), mais aucun où $Q \wedge S$ est vrai. En effet, ces deux propriétés s'excluent mutuellement puisqu'elles spécialisent chacune de

²¹Voir par exemple [Chellas, 1980, Gochet and Gribomont, 2000].

manière différente P : un triangle peut être obtu ou aigu, mais pas les deux à la fois.

Dans w_1 , on a les assertions suivantes :

$$P, Q, \neg S$$

En effet, on sait que $\models_w \neg \diamond (Q \wedge S)$, donc $\models_w \Box (\neg Q \vee \neg S)$, donc $\models_{w_1} \neg Q \vee \neg S$. Or, $\models_{w_1} Q$, donc $\models_{w_1} \neg S$. Le même raisonnement tient pour w_2 où l'on a les assertions suivantes :

$$\models_{w_2} P \wedge S \wedge \neg Q$$

Ainsi, un monde possible w correspondant à un nœud général ne possède aucune des propriétés que ses fils prendront pour se distinguer de lui (celles spécifiées par le principe P2), mais donne accès un monde où la relation Q sera vérifiée, un autre où la relation S sera vérifiée, avec $Q \wedge S \rightarrow \perp$, sans que ni Q ni S soient vérifiées dans w .

Les propriétés vérifiées dans un monde possible le sont dans tous les mondes auxquels il donne accès. On pourrait en déduire que la vérité d'un fait dans un monde devient dès lors nécessaire dans ce monde : $\models_w P \rightarrow \models_w \Box P$, ce qui reviendrait à abîmer la vérité dans la nécessité. Il paraît alors plus cohérent de supposer que la vérité que l'on prend comme définition de la notion caractériser par le monde w devient dès lors nécessaire, et donc est vérifiée par tous les mondes possibles accessibles depuis w . On a donc alors :

$$\models_w \Box P \rightarrow (wRw_1 \rightarrow \models_{w_1} P)$$

En revanche, si une propriété Q est possible dans un monde w , cela n'implique pas qu'elle le sera dans les mondes accessibles depuis w . Par exemple, dans la formulation ci-dessus, Q est vraie donc possible dans w_1 et fausse donc non possible dans w_2 , tous deux accessibles depuis w . Le possible ne se propage pas le long de la relation d'accessibilité, contrairement au vrai qui, de fait, implique le nécessaire. Par ailleurs, une notion est possible dans un monde si elle donne accès à un monde où elle est vraie, mais aussi à un monde où elle est fausse. En effet, la notion de possible est comprise ici comme étant une généralité indéterminée que l'on peut résoudre d'une manière ou d'une autre : par exemple, l'angle général, indéterminé par rapport à la grandeur de l'angle, qui peut être aigu ou obtu quand on veut lever cette indétermination²². Ainsi, on a :

$$\diamond P \rightarrow \neg \Box P \quad \text{le possible doit être falsifié au moins une fois ;} \quad (4.1)$$

²²Déjà, Porphyre notait : « Pour définir ces différences, les philosophes énoncent : « une différence est ce par quoi l'espèce dépasse le genre ». Ainsi, l'homme par rapport à animal a, en plus, le doté de raison et le mortel, car l'animal n'est ni l'un ni l'autre de ces deux (sinon d'où les espèces tireraient-elles leurs différences ?), mais il n'a pas toutes les différences opposées, sinon la même chose aurait simultanément les opposés, mais, comme le soutiennent les philosophes, l'animal possède en puissance toutes les différences des espèces qui sont sous lui, mais aucune en acte. Et de la sorte, il ne naît pas quelque chose à partir de ce qui n'existe pas, et les opposés n'appartiennent pas simultanément au même sujet. » *Isagoge*, III, 9.

$$\Box P \rightarrow P \quad \text{réflexivité de } R; \quad (T) \quad (4.2)$$

$$\Box P \rightarrow \Box \Box P \quad \text{Transitivité de } R \quad (4) \quad (4.3)$$

6.1.4 Les principes différentiels reformulés

Les principes différentiels peuvent facilement se reformuler dans le cadre logique proposé. En effet, on obtient la correspondance suivante :

Principe de communauté avec le père :

le fils possède une propriété en commun avec le père, établissant une identité entre le père et le fils	$\models_w \Box P \rightarrow \models_{w_1} P$ avec wRw_1 la propriété P présente dans w est choisie comme définition; nécessaire, elle se retrouve dans les mondes descendants : c'est une propriété générique partagée par les notions filles de w (un monde est une notion)
---	--

Principe de différence avec le père :

le fils possède une propriété spécialisant le père, établissant une différence entre le père et le fils	$\models_w P \wedge \diamond Q$ et $\models_{w_1} Q$ avec wRw_1 la propriété Q est possible dans w et s'actualise dans w_1 , c'est ce qui différencie la notion fille de la notion mère.
---	--

Principe de communauté entre les fils :

il existe un axe sémantique, comprenant des valeurs exclusives, permettant de spécialiser w	$\models_w P \wedge \diamond Q \wedge \diamond R \wedge \neg \diamond (Q \wedge R)$ dans la notion (monde) w , les traits sémantiques Q et R sont possibles, mais pas ensemble. w possède donc des traits sémantiques permettant de le différencier.
---	--

Principe de différence entre les fils :

les fils prennent des valeurs mutuellement exclusives pour spécialiser w	$\models_{w_1} P \wedge Q \wedge \neg R$ et $\models_{w_2} P \wedge R \wedge \neg Q$ dans w_1 et w_2 on trouve la même propriété générique P héritée de la notion mère, et dans chacun la propriété, possible selon P3, qui les oppose l'un à l'autre.
--	--

6.2 La formalisation extensionnelle de l'ontologie interprétative

La détermination d'une sémantique référentielle pour l'ontologie interprétative permet de transcrire l'intelligibilité linguistique en des termes correspondant à une description possible du comportement informatique recherché. Cette étape est donc cruciale pour rapprocher l'effectivité calculatoire de l'intelligibilité conceptuelle.

L'objectif est par conséquent de doter chaque concept de l'ontologie interprétative d'une référence. Nous en donnons ci-après les orientations principales.

Dès que l'on se lance dans l'exercice de formaliser l'ontologie interprétative, et en pratique, de doter les concepts d'une sémantique référentielle, on s'aperçoit que les concepts ne sont pas tous logés à la même enseigne. On a en effet deux types de concepts :

- des concepts dont la formalisation correspond à des contraintes s'exerçant sur les objets de son type ;
c'est par exemple, dans l'ontologie de Ménélas²³, le concept d'objet idéal, qui spécifie qu'un objet est idéal quand il coïncide avec sa référence ; ou bien, pour reprendre les apports de Guarino, qu'une propriété est une substance quand les objets qui la vérifient la vérifient dans tous les mondes possibles.
- des concepts dont la formalisation correspond à une instanciation des concepts précédents, et au choix d'une référence respectant les contraintes fixées par le concept qu'ils instancient. Par exemple, la propriété de chien, de chiot, le nombre 2 ou les nombres entiers.

On remarque donc que l'ontologie différentielle comporte des concepts dont le fonctionnement sémantique renvoie à une ontologie formelle, et des concepts dont le fonctionnement sémantique correspond à une ontologie matérielle ou régionale.

La formalisation extensionnelle propose par conséquent deux ontologies : une ontologie formelle des concepts formels qui régulent comment les notions du domaine peuvent recevoir une référence, une ontologie matérielle des notions du domaine. L'ontologie formelle est une *formalisation* de l'ontologie matérielle, les ontologies formelle et matérielle sont hiérarchisées par des relations de *spécialisation*. La distinction entre formalisation et spécialisation est cruciale ici : constituant l'un des apports essentiels de Husserl, elle est usuelle dans le monde informatique où l'on oppose spécialisation et instanciation.

La proposition formulée ici est très proche de celles de Guarino. Les métapropriétés de Guarino sont les objets formels de l'ontologie formelle. Elles sont d'ailleurs structurées de manière arborescente. Les métapropriétés contraignent la manière dont les relations de spécialisation ou de subsomption s'agencent dans l'ontologie (que nous appelons quant à nous matérielle).

Mais si le résultat obtenu est fort voisin, la démarche d'ensemble est différente. On peut dire que Guarino et nous partons de perspectives opposées :

- Guarino part d'« ontologies » mal structurées, telles qu'elles sont issues de structuration lexicale (Wordnet) ou de formalisation pauvre (Pangloss) ; incohérentes, elles comportent des liens de spécialisation qui doivent être supprimés. Par conséquent, l'apport de l'ontologie formelle chez Guarino est de filtrer les ontologies pour obtenir une structure bien formée. C'est une procédure de filtrage ou de raffinement.
- Nous partons quant à nous d'une structure linguistique très forte, issue de

²³Voir par exemple [Zweigenbaum et al., 1995, Zweigenbaum and Consortium-Menelas, 1995, Zweigenbaum and Menelas, 1994].

la normalisation sémantique. Elle impose des contraintes qui doivent être relâchées pour autoriser des concepts et des relations indispensables à la modélisation mais qui pourtant violent les principes de l'ontologie différentielle. L'ontologie formelle joue alors le rôle de guide pour relâcher les contraintes de structuration et proposer, dans le cadre des types de références formulés par les objets formels, de nouveaux concepts, les concepts définis.

7 ARCHONTE et les autres travaux sur les ontologies

Les travaux actuels²⁴ dans le domaine des ontologies se structurent autour de trois préoccupations principales :

Les langages de représentation permettant d'exprimer et de formaliser les ontologies ;

Les méthodologies de modélisation guidant le processus d'élaboration et de construction des ontologies.

Les outils d'édition permettant de construire une ontologie, de la visualiser, de l'importer ou de l'exporter vers d'autres outils ou formalismes.

7.1 Les langages de représentation

Les langages de représentation ont pour objectif de proposer les moyens d'exprimer les notions d'un domaine, de leur associer une sémantique, et de permettre leur exploitation. L'exploitation recouvre à la fois l'exploitation automatique et calculatoire et l'interprétation par des utilisateurs : la première veut garantir la calculabilité et l'effectivité des inférences entreprises, la seconde l'intelligibilité des représentations. Ces deux objectifs sont parfois contradictoires et une tension entre expressivité, effectivité et intelligibilité, habite tout formalisme ou langage de représentation. Deux types de langage émergent :

- les langages qui réduisent l'expressivité pour garantir l'effectivité des calculs : on n'écrit que ce que l'on sait calculer ;
- les langages qui privilégient l'expressivité quitte à permettre l'écriture de représentations qui ne peuvent donner lieu à des calculs non effectifs.

Dans la première catégorie on retrouvera les logiques de description, et dans la seconde les graphes conceptuels, surtout dans la version qu'en donne John Sowa [Sowa, 1984] car les travaux de [Chein and Mugnier, 1992] ont contribué à réduire la distance entre expressivité et effectivité.

Les langages utilisés pour exprimer et modéliser des ontologies proviennent de langages élaborés pour la représentation des connaissances ou des langages

²⁴Les considérations de cette section reprennent le chapitre écrit par Jean Charlet, Raphaël Troncy et nous-mêmes [Charlet et al., 2003], consacré aux ontologies, dans le cadre du rapport de l'Action spécifique « Web Sémantique » du CNRS. Nous nous appuyons en particulier sur la contribution de Raphaël Troncy.

conçus dans le cadre des travaux sur le Web sémantique, ce projet ayant renouvelé considérablement l'intérêt porté aux ontologies. Dans ce cadre, on constate une activité intense où les propositions de langage se succèdent à un rythme effréné. Pour le moment, un consensus semble s'établir autour de *OWL*, pour *Ontology Web Language* [OWL, 2003]. Ce langage s'inscrit dans une hiérarchie de langages, les premiers comme XML permettant de baliser l'information, les derniers permettant de la formaliser et d'en contrôler la sémantique :

XML permet de représenter la structure des documents, sans leur associer de contrainte sémantique (ce qui signifie les balises utilisées) ni de contrainte structurelle (comment organiser ces balises) ;

XML Schema [XMLS, 2001] permet de contraindre la structure des documents ;

RDF [RDF, 2003] est un langage permettant de déclarer des triplets (Ressource, Attribut, Valeur), cette dernière pouvant également être une ressource. Les triplets ont pour objectif de déclarer la sémantique associée à une ressource et de permettre la prise en compte de la signification d'un contenu pour en paramétrer la manipulation.

RDF Schema [RDFS, 2003] permet de définir le vocabulaire utilisé et de l'organiser en structures formelles : classes, propriétés et leur hiérarchie.

OWL fournit finalement des primitives de modélisation permettant de déclarer les ontologies et d'exprimer précisément leur sémantique. OWL est l'outil formel permettant de contraindre la syntaxe ontologique et d'y associer une sémantique.

7.2 Les méthodologies de modélisation

Les méthodologies sont nombreuses et cette multiplicité reflète à la fois la difficulté de construire des ontologies et la difficulté de s'entendre sur la nature et le contenu de ces dernières. Les principales méthodologies que l'on peut mentionner sont les suivantes.

Ushold et Grüniger [Ushold and Grüniger, 1996] proposent une méthodologie fondée sur l'expérience acquise dans la construction d'ontologies modélisant l'entreprise. Différentes étapes sont distinguées :

1. identification du domaine concerné, détermination du but et de la portée de l'ontologie ;
2. construction de l'ontologie et codage des connaissances ;
3. évaluation du résultat ;
4. documentation de l'ontologie.

La construction de l'étape 2 aboutit à un modèle formel. Cependant une étape intermédiaire est recommandée, consistant à identifier les concepts pertinents à travers des questions de compétences.

METHONTOLOGY Cette méthodologie est proposée par l'équipe du LAI de l'Université Polytechnique de Madrid. Elle insère la construction d'ontologie dans un

processus complet de gestion de projet (planification, assurance qualité), de développement (spécification, conceptualisation, formalisation, maintenance) et de support (intégration, évaluation, documentation). La spécification de l'ontologie s'effectue au niveau des connaissances en passant par des représentations intermédiaires. Cependant, ces représentations restent assez proches des expressions formalisées visées dans la mesure où ces dernières s'obtiennent par une traduction quasi-automatique des représentations intermédiaires.

Terminae Cette approche émane du groupe « Terminologie et Intelligence Artificielle » qui rassemble des chercheurs en ingénierie des connaissances, des linguistes et des spécialistes du traitement automatique des langues. L'objectif de ce groupe est de déterminer et élaborer tant des méthodes que des outils pour obtenir des ressources terminologies aidant à la modélisation des connaissances et à leur exploitation.

L'approche adoptée [Aussenac-Gilles et al., 2003a] est une approche d'inspiration linguistique et terminologique fondée sur l'analyse de corpus. Des outils linguistiques permettant le repérage de candidats termes (SYNTEX), le regroupement de contexte (UPERY) et le repérage de relations (YAKWA) sont mobilisés²⁵ pour constituer une chaîne de traitement allant du mot en corpus au concept ontologique. **Terminae** constitue donc à la fois une méthode et un outil.

7.3 Les outils d'édition

Différents outils sont proposés pour construire une ontologie. Les principaux sont les suivants.

Protégé2000 [Noy et al., 2000] est un environnement graphique de développement développé qu SMI de Stanford. Les ontologies correspondent dans cet outil à des hiérarchies de classes possédant des attributs, eux-mêmes pourvus de propriétés ou facettes. L'interface graphique permet d'éditer ces trois types d'objet sans recours à un langage formel : une approche fondée sur des formulaires guide l'utilisateur. Les formulaires possèdent un rôle important et peuvent être modifiés via un système de méta-classes. Ces méta-classes sont par conséquent des universaux de représentations, des modèles de connaissances (au sens de l'ontologie formelle vue plus haut). *Protégé2000* est un outil logiciel très abouti, facilement utilisable, permettant l'insertion de *plugins* apportant de nouvelles fonctionnalités (par exemple l'export de l'ontologie dans un formalisme donné). La communauté d'utilisateurs de *Protégé2000* est très importante.

OILed [Bechhofer et al., 2001] est un outil développé par l'université de Manchester. Il est conçu pour éditer des ontologies dans le langage de représentation OIL, l'un des précurseurs de OWL. Il offre les principaux services d'un éditeur d'ontologie et constitue une interface pour construire des représentations suivant la

²⁵Pour SYNTEX et UPERY, voir [Bourigault, 2002] ; pour YAKWA, [Rebeyrolles, 2000].

logique de description *SHIQ*. Le raisonneur *FaCT* est proposé pour vérifier la satisfiabilité des définitions de classes et déterminer les subsomptions restées implicites.

OntoEdit [SURE et al., 2002], contrairement aux deux outils précédents, n'est pas disponible gratuitement dans sa version complète. Il présente les fonctionnalités essentielles communes aux autres éditeurs (hiérarchie de concepts, expression d'axiomes, export de l'ontologie dans des langages divers) et a le mérite de s'appuyer sur une réflexion méthodologique significative. La modélisation des axiomes a fait l'attention de soins particuliers pour pouvoir être effectuée – en tout cas pour les types les plus répandus – indépendamment d'un formalisme privilégié et cela pour faciliter la traduction d'un langage de représentation à un autre. Il propose également une gestion originale des questionnaires de compétences. Des questions pour les réponses desquelles l'ontologie doit fournir le matériel conceptuel, on peut extraire les termes appelés à intégrer l'ontologie. Un petit outil fait une comparaison lexicale des termes extraits des différentes questions pour en déduire automatiquement d'éventuelles subsomptions. Le procédé semble cependant loin d'être fiable puisqu'il repose sur l'hypothèse que le nom d'un concept se retrouve parfois dans le nom de ses spécialisations.

WebODE développé par le LAI de Madrid, est une plate-forme de conception d'ontologies fonctionnant en ligne. D'un point de vue méthodologique, l'outil fait suite à ODE, un éditeur qui assurait fidèlement le support de la méthodologie maison METHONTOLOGY. Il illustre bien l'évolution des outils de construction d'ontologies, puisque les nombreuses tables de son prédécesseur ont été remplacées par une interface très travaillée, réalisant un pas supplémentaire vers une conception au niveau des connaissances. On peut cependant regretter que cette évolution se soit faite au détriment de l'application des contraintes méthodologiques : les représentations intermédiaires utilisées dans le processus de conception sont désormais moins mises en avant, à tel point que le guide de l'utilisateur ne les signale que pour « assurer la compatibilité conceptuelle avec ODE ». L'accent a plus été mis sur la possibilité d'un travail collaboratif ou sur la mise à disposition d'outils complémentaires, comme un moteur d'inférences.

7.4 Situation d'ARCHONTE

La méthodologie ARCHONTE présentée ici est complémentaire et non concurrente des approches mentionnées ci-dessus. En effet, ces outils et méthodes portent essentiellement sur la formalisation des primitives et concepts du domaine. Etant donné que l'on connaît le libellé des notions que l'on veut caractériser et que l'on a fixé la signification qu'on leur a associée, ils proposent la formalisation logique correspondante. Cette formalisation s'effectue de manière générale sous deux aspects :

Une reformulation syntaxique en une logique formelle, comme la logique du premier ordre, ou tout autre idiome formel.

Une formalisation logique munie d'une sémantique formelle, où les primitives

sont exprimées dans le cadre d'un langage formel et munie d'une sémantique au sens de la théorie des modèles.

Souvent, les auteurs s'en tiennent à la première étape tout en se considérant quitte de la seconde, comme si la reformulation en une syntaxe du premier ordre pouvait déterminer en quoi que ce soit le sens qu'il convient de donner à une primitive. Ces auteurs mobilisent implicitement la sémantique formelle standard associée à la logique du premier ordre, mais sans préciser quel sens donner aux prédicats et fonctions utilisées dans la reformulation logique. Pour citer des travaux français, la méthodologie OntoSpec [Kassel, 2002] propose ainsi une batterie de critères et reformulations formels pour déterminer la nature et le sens des primitives. Mais, alors que cette méthode indique par exemple comment exprimer le fait qu'une propriété est nécessaire ou suffisante pour définir une notion, elle n'indique pas comment déterminer si cette propriété est nécessaire et suffisante. De plus, en reformulant les notions du domaine sous la forme d'une logique extensionnelle du premier ordre, on fait implicitement l'hypothèse que le domaine dans lequel on travaille peut se rapporter à une extension d'individus à partir de laquelle délimiter des ensembles venant constituer l'interprétation des prédicats ou fonctions exprimés dans le langage. Mais, comme on l'a souligné plus haut, un domaine réel ne se présente pas comme une extension d'individus, et déterminer à quels individus on a affaire est déjà un problème de modélisation.

L'approche d'ARCHONTE est de venir *avant* ces outils et méthodes pour assister la caractérisation des êtres et individus d'un domaine, dans le cadre d'une application donnée. Pour cela, ARCHONTE s'appuie sur l'expression linguistique des connaissances dans la mesure où cette dernière constitue un accès premier et empirique à ce qui, aux yeux des praticiens d'un domaine, constitue la réalité à laquelle il se confronte. L'approche linguistique permet de construire les individus et ensembles et de rapporter la réalité du domaine à ce qui est supposé par les approches formelles, à savoir que le monde est une extension d'individus que découpent les prédicats et fonctions en ensembles. Autrement dit, ARCHONTE a pour but de rendre les approches et méthodes que l'on trouve dans l'état de l'art applicables en modélisant le monde pour qu'il soit conforme à ce qu'elles en disent. Ainsi, ARCHONTE termine là où les autres commencent.

ARCHONTE a donné lieu au développement d'un outil, DOE (*Differential Ontology Editor*), réalisé par Raphaël Troncy et Antoine Isaac [Troncy and Isaac, 2002]. Cet outil permet de construire une représentation différentielle, formelle et référentielle d'une ontologie, en se concentrant essentiellement sur la partie différentielle. En effet, un export dans les principaux formalismes actuels, notamment OWL, permet de passer de la modélisation du domaine par ARCHONTE et DOE à la formalisation avec les outils et méthodes vus plus haut.

Domaine	Nombre de concepts	Nombre de relations
Médecine	1832	488
Cyclisme	91	60
Petite enfance	301	37
Eau	205	17
Mathématiques	197	11

FIGURE 4.8 – Ontologies développées avec la méthodologie ARCHONTE

7.5 Utilisation d'ARCHONTE

La méthodologie ARCHONTE a été utilisée dans différents domaines et projets. Dans le cadre médical, une ontologie²⁶ sur la coronarographie a été réalisée dans le cadre du projet MENELAS [Zweigenbaum and Menelas, 1994]; elle a également été utilisée dans le domaine des mathématiques, de cyclisme, de la petite enfance (ethnologie et psychologie) et de l'eau (dans le cadre de la documentation pédagogique). Le tableau ci-joint (figure 4.8) précise les tailles respectives de ces ontologies.

8 Du bon usage des ontologies : des ontologies aux anthologies

Les ontologies sont un sujet à la mode que l'intérêt pour le Web sémantique [Fensel et al., 2002] ne fait que renforcer. On sait que le Web sémantique est un projet visant à doter les documents et ressources publiées sur le Web des informations nécessaires pour que les applications puissent les exploiter et s'échanger les informations les concernant. Dans cette optique, les ontologies sont des outils pertinents et les espoirs dont elles sont porteuses sont les suivants :

Constituer un consensus entre êtres humains : les ontologies sont des référentiels conceptuels, permettant à des praticiens d'une communauté de s'accorder et de constituer un consensus; en pratique, cela leur permet de réaliser des annotations et des représentations à l'aide du vocabulaire ontologique commun conférant l'intelligibilité et la lisibilité pour tous des annotations et représentations;

Permettre l'interopérabilité entre les machines : les ontologies, dès l'origine de cette problématique en ingénierie des connaissances [Gruber, 1993], sont conçues pour permettre aux bases de connaissances d'être inter-opérables entre différentes applications; par exemple, savoir que le concept de /Flight/ s'appellera /vol/ dans l'application de Air France et /Flug/ dans celle de la Lufthansa.

Permettre l'opérationnalisation des modèles conceptuels : les ontologies sont des structures formelles; doter les concepts d'un contenu formel et opération-

²⁶<http://www.biomath.jussieu.fr/Menelas/Ontologie/html/>

nel permet de construire des systèmes informatiques dont le comportement peut s'interpréter selon le modèle formel construit à partir de ces concepts. En effet, le principal intérêt de considérer une ontologie plutôt qu'un simple thesaurus ou qu'une terminologie, est que l'on ne vise pas simplement à construire une pratique humaine commune (par exemple une pratique documentaire à partir d'un thesaurus commun), mais que l'on recherche une effectivité informatique et une interopérabilité applicative.

Les ontologies sont de bons candidats pour atteindre ces objectifs, mais elles doivent cependant surmonter différentes difficultés. Selon nous, les principales sont les suivantes :

La complexité des structures ontologiques : les ontologies pour être précises, doivent détailler les concepts en jeu si bien qu'exprimer une notion simple exige un nombre important de concepts, et formuler une connaissance implique de construire une représentation complexe. Cette complexité se traduit par le fait qu'elles sont peu lisibles par les utilisateurs, et peu efficaces pour le calcul. Les structures ontologiques, et les connaissances qu'elles permettent de construire, sont donc soit inutiles (car imprécises), soit inutilisables, car trop complexes.

La réutilisabilité des ontologies : les ontologies sont généralement conçues pour des applications spécifiques. Le problème est de savoir comment les réutiliser, ce qu'il faut changer, comment et pourquoi. L'enjeu est de pouvoir déterminer *a priori* si une ontologie peut convenir pour une application donnée et quelles ressources son adaptation va mobiliser.

Les concepts non linguistiques : Quelles que soient les méthodes, les ontologies repartent, implicitement ou explicitement, de l'expression linguistique des connaissances. Or, l'approche linguistique convient très bien aux concepts compris comme des essences ou comme des significations, mais elle ne convient pas aux concepts comme construction (cf. section 3.1). Par exemple, les concepts possédant un contenu perceptif, comme le timbre musical, ne se laissent pas définir linguistiquement, mais requièrent des prototypes perceptifs qui *montrent* et donnent à sentir le concept évoqué.

Ces différentes difficultés vont, nous semble-t-il, dans une même direction. Selon nous, les ontologies ne doivent pas être le *résultat* du consensus d'une communauté, d'une formalisation des concepts permettant l'opérationnalisation et l'interopérabilité, mais le *lieu* où ces objectifs doivent être atteints. En effet, les choix que la modélisation ontologique effectue pour s'adapter à une application sont nécessairement propres au contexte de l'application et doivent être révisés pour aborder de nouvelles applications. Or, ces révisions se font de manière contextuelle, en fonction des pratiques, et ne peuvent par conséquent être formalisées. Par conséquent, seuls les praticiens du domaine et l'intervention des modélisateurs peuvent effectuer ces ajustements. Par ailleurs, pour que l'usage de l'ontologie puisse être intelligible aux utilisateurs, il faut également plonger les concepts et leur utilisation dans le contexte pratique.

Cela nous induit à proposer une conception plutôt *anthologique* plutôt qu'*ontologique*, pour reprendre une suggestion de François Rastier. En effet, puisque l'usage

et l'exploitation de l'ontologie doit *in fine* en repasser par l'interprétation humaine, il vaut mieux consacrer la puissance du formalisme et la pertinence de la modélisation à parcourir des ressources attestées par l'usage et rendues appropriables par la tradition. Par conséquent, les ontologies doivent être des représentations permettant de naviguer entre des extraits documentaires, des documents de référence, des exemples, des échantillons, etc., qui permettent de mener le raisonnement idoine ou de trouver l'information pertinente. Ainsi, l'inférence ontologique ne se substitue pas au raisonnement, mais facilite un rapprochement que l'utilisateur peut toujours récuser le cas échéant²⁷.

Cette position ne va pas à l'encontre des travaux en cours sur le Web sémantique, mais infléchit la manière de les mettre en œuvre. La vision originale de Tim Berners-Lee, selon laquelle les applications utilisent la sémantique des ressources pour réaliser des traitements que les humains n'auront plus besoin de faire, est à notre sens réductrice, et ré-introduit dans le contexte du Web le projet déjà ancien de l'intelligence artificielle. Mais le Web constitue (potentiellement) un nouvel outil intellectuel très puissant, qu'il faut correctement instrumenter. Selon nous, cette instrumentation porte davantage sur la navigation et le rapprochement entre des informations pertinentes éparpillées entre des ressources que sur l'inférence se substituant au raisonnement.

²⁷Par exemple, les approches de médiation sur le Web propose une conception suggestive et prometteuse où les informations deviennent comparables et accessibles à un utilisateur. Cependant, le travail de médiation restant masqué, il compromet le crédit et la confiance que l'on peut avoir. Une médiation s'affichant comme telle, est peut être le compromis à construire entre un Web computationnellement sémantique pour que les machines se comprennent et un Web cognitivement socio-sémantique dont les êtres humains peuvent se servir.

Chapitre 5

L'inscription documentaire des connaissances : ingénierie documentaire et indexation multimédia¹

Les documents sont des instruments privilégiés pour exprimer et transmettre un contenu. Longtemps, l'ingénierie des supports et la sémantique des contenus ont été faiblement corrélées : la conception technique du support, même si elle avait une influence sur le contenu, ne prenait pas en compte la signification de ce dernier. La numérisation massive des contenus a pour conséquence d'une part d'intégrer les contenus en un support unique et d'autre part d'articuler finement transformation du support et interprétation du contenu : le support étant désormais calculable, les opérations de lecture et d'interprétation peuvent se corréliser à des transformations physiques du support. La notion même de document connaît de ce fait de nombreuses transformations, pour intégrer des dimensions dynamiques et hypertextuelles.

*Un document fait **sens pour une lecture et devient intelligible à travers les manipulations qu'il permet** : le support propose des unités (par exemple la feuille, les mots séparés par des blancs) que l'on peut considérer à part du reste et le manipuler pour lui-même ou en fonction du reste. Le **numérique démultiplie les possibilités de manipulation** car toute partie composant le document peut devenir une unité de manipulation. Cette potentialité, en ouvrant un **espace infini de manipulations et donc d'interprétations possibles**, déconstruit la cohésion et la cohérence du document si bien que le document devient une ressource inintelligible en tant que telle, en attente d'orientations de lecture : le lecteur est dés-orienté du fait des multiples directions de manipulation/lecture possibles.*

*La construction d'une interprétation mobilise une manipulation reposant sur un double mouvement : **toute interprétation est à la fois une objectivation et une appropriation du contenu**. L'objectivation consiste dans la fixation d'un exemplaire faisant autorité, constituant une référence commune et partageable. L'ap-*

¹Ce chapitre reprend pour l'étendre et le remanier le chapitre « Indexation Multimédia » qui sera publié dans l'ouvrage intitulé *Assistance Intelligence à la Recherche d'information*, à paraître chez Hermès sous la direction de Eric Gaussier et de Marie-Hélène Stefanini [Bachimont, 2003].

appropriation consiste dans les reformulations et réécritures permettant d'exprimer le contenu dans ses propres termes, tels qu'on aurait pu soi-même l'écrire ou l'inscrire. Toute interprétation est donc la reformulation (appropriation) pour faire sien ce qui n'est pas à soi, ce qui n'est pas soi (objectivation) : l'appropriation n'a d'intérêt et de sens que parce que le contenu est objectif et résiste à la reformulation; aucune appropriation n'épuise le sens d'un contenu, qui en retire à chaque fois davantage d'objectivité.

Le numérique compromet profondément l'intelligibilité du contenu en permettant sa reconstruction dynamique et virtuelle, supprimant l'objectivation au profit de la manipulation visant l'appropriation : le contenu n'étant consulté qu'à travers des vues reconstruites et adaptées, il se réduit à son appropriation et annule son objectivation. Conduisant à une lecture « autiste » qui ne peut conduire le lecteur hors de lui-même, mais qui ne le fait que retrouver ses propres mots et contenus, le virtuel et le dynamique épuisent le désir du sens et exténuent l'interprétation. Ce sera l'enjeu d'une ingénierie des connaissances que d'exploiter l'instrumentation numérique au profit d'une intelligence de l'appropriation et de l'objectivation des inscriptions documentaires.

*L'instrumentation numérique consiste en deux opérations essentielles : la numérisation et l'indexation. La numérisation est la **transformation** de la forme physique sous laquelle un contenu est consulté en une forme numérique. L'indexation est la **reformulation** du contenu en représentations formelles. La **numérisation permet de manipuler directement le contenu, l'indexation de manipuler indirectement le contenu via sa représentation ou description, ancrée dans le contenu et articulée à lui**. L'enjeu de l'instrumentation numérique est d'exploiter ces opérations de numérisation et d'indexation pour permettre l'objectivation et l'appropriation du contenu. La numérisation a permis en particulier d'aborder différemment les contenus temporels (sonores et audiovisuels) dont les possibilités d'interprétation restaient jusqu'alors confinées aux manipulations permises par les supports analogiques. L'indexation permet de multiples exploitations souvent nouvelles pour les documents, comme la recherche d'information, la reconstitution éditoriale et la publication multi-supports et multi-usages.*

*Le domaine documentaire devient un domaine privilégié de l'ingénierie des connaissances : ingénierie des inscriptions numériques visant à transmettre les conditions de leur intelligibilité, l'ingénierie des connaissances trouve dans les documents **numériques** un objet circonscrit et une tâche définie. Alors que le document est habituellement étudié par les sciences de l'information et de la communication en considérant la technique de manière distante, le document numérisé et indexé est en passe de devenir un objet technique et informatique et pas seulement méthodologique, social ou informationnel. Profitant de l'universalité du numérique et de son homogénéité, le mouvement normatif, en particulier MPEG et le W3C, propose des solutions cohérentes et globales comme MPEG-7 fondées sur des langages documentaires informatiques. Cependant, l'ingénierie des connaissances contribuera efficacement à l'instrumentation des documents en permettant la construction des interprétations, notamment en permettant l'objectivation que toutes les technologies actuelles tendent à annuler.*

Les documents sont des objets privilégiés pour une théorie du support : exprimant un contenu pour l'inscrire dans la permanence d'un support, un document le transmet pour une appropriation future conditionnée par la structure et la forme matérielle du support. Objet physique permettant la permanence et donc la transmission, le document ne vaut que pour les interprétations qu'il suscitera. Il n'existe

pas pour lui-même, mais il ne vaut que pour le contenu qu'il n'est pas mais qu'il exprime. Objet particulier donc où on peut toucher du doigt la matérialité du sens et son irréductibilité à une représentation matérielle.

Les documents relèvent traditionnellement de plusieurs disciplines, selon que l'on considère leur support d'inscription, les contraintes de l'expression et de l'interprétation, les problèmes liés à leur conservation et leur organisation. Ces disciplines ont peu l'habitude de communiquer : l'ingénierie du papier mobilise peu la documentation, même si l'étude et l'interprétation des manuscrits anciens sait à l'occasion faire appel aux connaissances techniques sur le papier ; la documentation et l'organisation des collections n'abordent pas les problèmes techniques liés au support, même si parfois elles les constatent, etc. Cependant, ce relatif cloisonnement est fortement remis en cause depuis quelques décennies avec la numérisation massive des contenus.

La numérisation des contenus et l'informatisation de leur exploitation bouleversent le cadre conceptuel et méthodologique gouvernant les pratiques et les usages des documents. Une refonte est nécessaire pour affronter des problèmes inédits et tirer partie des nouvelles possibilités offertes par le cadre technologique émergent. En effet, le numérique n'est pas tant un nouvel outil permettant de résoudre des problèmes anciens qu'un instrument permettant de faire émerger de nouvelles pratiques, de nouveaux besoins et donc de poser de nouveaux problèmes pour lesquels les concepts manquent.

En particulier, le numérique permet d'articuler finement le support d'expression et son interprétation : étant calculable, l'inscription numérique permet de coupler les transformations du support et les opérations interprétatives. En permettant au lecteur par exemple d'agir sur le contenu en faisant des recherches d'information, en construisant des vues partielles, en annotant de manière structurée, le numérique transforme la lecture qui se faisait traditionnellement *sur* le support en une lecture qui se fait *dans* et *avec* le support.

Le problème se pose de savoir comment relier la manipulation des documents à leur interprétation. L'enjeu est de pouvoir déterminer les transformations permettant de rendre les documents intelligibles pour les lecteurs : quelle intelligibilité construire à partir des opérations techniques ? Ce problème relève directement de l'ingénierie des connaissances telle que nous l'avons caractérisée, dans la mesure où il s'agit d'apporter les outils d'intelligibilité à la consultation et à l'exploitation d'inscriptions numériques documentaires.

La manipulation des inscriptions documentaires numériques, et par conséquent les possibilités de leur interprétation, s'effectue à deux niveaux : le niveau de la *numérisation des documents* où ces derniers sont *directement* manipulés et *transformés*, le niveau de l'*indexation* des contenus où les documents sont *indirectement* manipulés via la transformation ou réécriture de leur indexation ou description.

La numérisation permet d'aborder la manipulation des documents temporels au delà de leur simple consultation : en effet, l'instrumentation technique dans le

contexte analogique vise essentiellement à enregistrer et restituer un contenu sonore ou audiovisuel. Elle entraîne comme conséquence fondamentale l'intégration dans un même système informatique de la transformation des documents et de leur gestion.

L'indexation consiste de manière générale à reformuler l'expression documentaire du contenu dans une forme et un format plus adapté à une exploitation donnée et constitue un enjeu essentiel d'une contribution de l'ingénierie des connaissances à l'ingénierie documentaire. En montrant comment obtenir, représenter et exploiter les index, l'ingénierie des connaissances peut contribuer à montrer comment rendre signifiants et lisibles les documents indexés, en permettant une manipulation renvoyant à des opérations de lecture. Avec le numérique, l'indexation reste un problème documentaire pour prendre une dimension technique supplémentaire de type informatique. Problème classiquement confiné à la conservation et l'organisation des documents au sein d'institutions comme les bibliothèques, l'indexation devient la condition de possibilité pour l'exploitation de tout contenu numérique dans la mesure où le numérique instaure l'indexation comme condition d'accès au contenu : toute information est accessible via son adresse en mémoire. Plus généralement, toute interprétation repose sur des opérations techniques, et l'indexation donne les clefs pour que ces opérations soient signifiantes et significatives en fonction du contenu.

Notre étude de la construction de l'interprétation des inscriptions documentaires numériques s'effectue dans un cadre dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

La dématérialisation des contenus : la notion classique de document s'est élaborée dans un contexte où le support permettant d'enregistrer et de conserver un contenu est le même que celui qui permet de le restituer (le papier que je lis est le même que celui que je range). Dans le contexte numérique de dématérialisation des supports, le support de conservation (le disque dur) n'est pas celui qui permet de restituer le contenu (l'écran, ou le papier imprimé). Entre les deux s'est introduit la médiation d'un dispositif reconstruisant le document à lire à partir du document enregistré. Si bien qu'au fondement même du document numérique gît la problématique de publication d'un contenu à partir de son enregistrement : disposer d'un exemplaire lisible, c'est déjà le reconstruire. C'est la raison pour laquelle l'évolution du document papier au document numérique a pour conséquence l'évolution d'une indexation dévolue à la recherche d'information à une indexation conçue pour la publication électronique.

L'intégration de différents médias sur un même support : jusqu'au numérique, chaque média était confiné sur un support dédié sans avoir d'interaction avec les autres médias. L'audiovisuel, enregistré sur un support magnétique (la cassette vidéo) ou argentique (le film), n'était associé à aucune autre information : textuelle, graphique, etc. Réciproquement, un texte pouvait difficilement inclure des photos (par exemple, des pages de qualité différente au milieu d'un livre) et encore moins de l'audiovisuel. Le numérique permet à chaque

média de sortir de son splendide isolement. Outre des problèmes techniques nouveaux, cette nouvelle situation renvoie à des difficultés fondamentales sur l'écriture et la lecture multimédias : comment intégrer différents médias dans une écriture pensée pour une lecture ? L'indexation prend dans ce contexte le rôle d'une instrumentation pour la lecture : l'indexation ne sert pas tant à retrouver de l'information qu'à l'organiser pour la lecture.

L'hypertextualisation des contenus : les documents se sont toujours cités les uns les autres, soit *in praesentia*, mais alors de manière incomplète et focalisée (comme par exemple l'extrait court d'un texte d'auteur), soit *in absentia* en mentionnant un document sans donner accès au contenu. Le numérique a permis de fusionner ces deux modes à travers le lien hypertextuel : la mention *in absentia* peut devenir une citation *in praesentia* en convoquant et mettant en présence le document mentionné, focalisant la partie pertinente sans la couper du reste du texte. L'écriture et l'édition se sont emparées de ces possibilités pour proposer des documents hypermédias : mobilisant des liens ne reliant pas seulement des textes, mais toutes sortes de contenus. Quelle espèce de document sont-ils ? Comment les lire, les indexer, les instrumenter ? L'expérience prouve qu'ils sont pour le moment plus désorientants que prétextes à des lectures innovantes.

La numérisation des objets temporels : par objet temporel, il faut comprendre les objets sonores et audiovisuels, qui imposent le rythme et l'ordre de la lecture. Au lieu de se construire dans un espace comme un texte, les objets temporels se construisent dans et par une durée. La numérisation de ces objets permet de revoir l'indexation : en effet, dans un contexte classique analogique, l'indexation audiovisuelle est essentiellement une identification du document (que l'on appelle souvent « catalogage ») et une description globale du contenu (de quoi ça parle) sans qu'il y ait de description segment par segment ; l'accès technique à une partie quelconque du document étant coûteuse et difficile dans ce contexte analogique, il n'est d'aucune utilité de référencer et localiser finement le contenu sur son support puisque de toutes manières il faut avoir le document en entier pour consulter l'une de ses parties. Le numérique permet d'avoir un *accès aléatoire au contenu*, en pratique à une partie du document sans avoir à consulter l'ensemble du document. Cette possibilité amène à revoir profondément indexation et documentation.

L'indexation adopte par conséquent de nouvelles méthodes pour de nouvelles finalités. Les méthodes, ce sont les moyens d'associer des index à des contenus multimédias et des objets temporels. Les finalités renvoient à l'organisation du contenu, à l'aide de ces index, pour sa publication et sa lecture. La recherche d'information ne devient qu'un cas particulier, l'une des tâches nécessaires pour publier et lire des contenus multimédias.

On comprendra par conséquent que l'indexation multimédia est avant tout un problème conceptuel avant de renvoyer à des difficultés techniques. C'est pourquoi ce chapitre se concentre dans un premier temps à bâtir un cadre dans lequel poser les enjeux d'une instrumentation numérique des inscriptions documentaires. Nous

interrogerons successivement sur les questions suivantes :

- Qu'est-ce qu'un contenu, et comment aborder son interprétation? Nous définissons l'interprétation comme l'exploitation des possibilités techniques d'une inscription du contenu visant l'appropriation et l'objectivation. Ce préambule permettra d'aborder les documents comme des objets techniques particuliers, dont il faut considérer les différents niveaux d'instrumentation pour aborder leur interprétation.
- Qu'est-ce qu'un document? Nous caractériserons les différentes dimensions des inscriptions matérielles et définirons la notion de document, ainsi que les formes liées comme les collections et les hyperdocuments.
- Qu'est-ce que la numérisation? Quelles sont les conséquences de la numérisation des documents? Nous distinguerons différents niveaux de numérisation, définissant des niveaux de manipulation conduisant à des paliers d'analyse du sens documentaire.
- Qu'est-ce que l'indexation? Quelles sont les conséquences liées à l'informatisation de l'indexation? Nous définirons les différents types d'indexation, à savoir l'indexation conceptuelle, documentaire et par le contenu et montrerons comment la *numérisation des documents* et l'*informatisation de l'indexation* conduisent à envisager de multiples possibilités d'exploitation des contenus.
- Qu'entraînent les possibilités multimédias du numérique? en particulier quelles sont les difficultés posées par l'indexation d'un objet temporel, d'une image, d'un flux audiovisuel? Quels sont les différents niveaux d'indexation, selon sa propre nature sémiotique et celle du contenu indexé (par exemple indexer un son par un son ou un mot)?
- Quels sont les principaux enjeux de l'indexation multimédia des documents? Nous prendrons l'exemple de la norme MPEG-7 pour illustrer comment le monde informatique s'empare de la problématique de l'indexation pour proposer une vue cohérente et structurée.
- Mais quels peuvent être les principaux objets d'étude qu'une ingénierie des connaissances doit se donner pour aborder l'ingénierie documentaire? On abordera deux applications particulières, qui nous semblent illustratives des problèmes à traiter; d'une part l'archivage du Web, d'autre part la structuration documentaire des mémoires de contenus (e.g. mémoires de projet, mémoire d'entreprise, mémoires personnelles, etc.), que nous traitons comme une objectivation rhétorique des contenus.

1 L'interprétation, comme objectivation et appropriation

La théorie du support exposée dans le chapitre II a argumenté la thèse selon laquelle toute interprétation correspond à l'actualisation d'un potentiel exprimé par la structure technique d'un instrument. Autrement dit, toute interprétation est une opération et une construction, dont la nature et l'exécution sont conditionnées par l'instrumentation environnante. Interpréter, c'est faire quelque chose, c'est construire en s'aidant d'outils.

Les outils de l'interprétation concernant les inscriptions sémiotiques correspondent d'une part à l'instrumentation inhérente ou interne à l'inscription elle-même, et d'autre part à une instrumentation externe. L'instrumentation interne correspond aux manipulations rendues possibles par la forme même du document : par exemple, un codex permet de manipuler les feuilles : on peut les arracher, les retrouver par un accès direct lié à leur numérotation ; ou encore, un caractère dans un texte numérique, que l'on peut retrouver, supprimer, etc. L'instrumentation externe correspond aux « ancrés » ou « poignées » que l'on ajoute autour du document pour se saisir de parties ou segments du contenu. C'est par exemple l'indexation qui permet de repérer une partie du contenu pour la retrouver, l'extraire, la remplacer, etc. Il n'y a pas de solution de continuité entre les instrumentations internes et externes, car l'instrumentation externe est progressivement internalisée dans la structure technique du contenu. Par exemple, les documents textuels peuvent être construits en contenant dès l'origine les poignées permettant de se saisir d'une partie déterminée du contenu, c'est le cas des documents XML par exemple. Ces instrumentations sont exploitées selon deux mouvements interprétatifs complémentaires et indissociables, l'un donnant à l'autre son essence et sa substance :

L'appropriation : lire, c'est réécrire en soi le contenu avec ses propres termes, ses propres contenus. On s'approprie le contenu en le formulant dans ses propres références. L'appropriation consiste à reformuler le contenu comme si ce contenu venait de soi et était l'expression de son idiosyncrasie propre.

L'objectivation : la lecture est motivée par le fait de lire quelque chose qui n'est pas soi, qui n'est pas de soi, et qui ne va pas de soi. La lecture s'accomplit dans un contenu qui est maintenu dans son altérité tout en ayant été reformulé dans ses propres termes pour accéder à son intelligibilité. Ainsi, en lisant Platon, le texte de Platon reste bien celui de Platon, que je lis parce que c'est celui de Platon. Néanmoins, à partir de cette objectivité du texte platonicien, je tente de le comprendre en le reformulant jusqu'à ce que je parvienne à exprimer ce que j'estime être son sens véritable et authentique. Mais si le texte de Platon devient la lecture que j'en fais, que le texte platonicien s'adapte et se personnalise dans ma lecture, il disparaît et fait disparaître par la même occasion la lecture. La lecture comme appropriation n'est nécessaire que parce qu'il y a un texte étranger et objectif. L'adapter, c'est supprimer la lecture comme appropriation.

Il n'y a donc appropriation que parce qu'il y a objectivation, de même qu'il n'y a objectivation que parce qu'il y a appropriation. En effet, nulle lecture n'épuise un texte, qui dans sa résistance à l'appropriation, acquiert davantage d'objectivité. L'appropriation réussie est celle qui parvient à dégager le pôle objectif du texte dans son ipséité, du pôle subjectif de la compréhension. On arrive donc au paradoxe selon lequel la réussite d'une lecture, c'est son échec : on n'a vraiment bien lu un texte ou un document que lorsqu'on a clairement pris conscience que la lecture est inachevée et qu'elle n'a pas (encore) rendu justice au document, et qu'elle ne pourra d'ailleurs jamais le faire.

Ces deux mouvements induisent une instrumentation spécifique : l'objectivation se traduit par le fait de pouvoir accéder à un exemplaire de référence, une version faisant autorité, sur laquelle tout le monde est d'accord (ou presque) pour voir en elle la version authentifiée (à défaut d'authentique) du contenu exprimé. L'instrumentation consistera alors en processus d'identification (savoir à quelle version du contenu on a affaire) et de localisation (pouvoir le retrouver). L'appropriation se traduit par des vues construites à partir de la version de référence, pour exprimer et présenter le contenu dans une forme plus accessible et plus familière au lecteur. Mais ces vues doivent être des vues *sur* le contenu, et non des *versions* de substitution. Trop souvent, les vues dynamiques construites constituent les versions du document consulté : en se substituant à lui, elles l'annulent, et perdent leur propre consistance : de quoi sont-elles la vue, puisqu'elles l'occulent au lieu de le montrer ?

Par conséquent, une instrumentation idoine doit permettre d'articuler et de mettre en réseau documents et vues en une hiérarchie d'autorité et de qualité : maintenant les versions exemplaires pour en faciliter la consultation systématique, le retour pour authentifier ou certifier les vues construites pour les appropriations diverses. La difficulté est que la version de référence doit être vue et consultée elle-aussi, et donner lieu à sa propre reconstruction. Il faut donc adopter un mode de publication permettant de clairement distinguer la vue canonique présentant le contenu tel qu'il est certifié, authentifié et constitue une autorité, des vues non canoniques l'utilisant comme ressource.

Les normes documentaires doivent faire place à des possibilités hypertextuelles de marquer le renvoi ou lien à une référence d'autorité, à l'image des citations dans les ouvrages savants, avec leur tradition critique. L'apparat critique hypertextuel reste à faire. Mais mettre en place les procédés techniques de l'appropriation et de l'objectivation doit s'effectuer dans le cadre déjà déterminé des inscriptions matérielles des contenus en général et des documents en particulier. Ce cadre possède ses contraintes et structure fortement la numérisation et l'indexation, les deux instrumentations principales qu'il faut considérer pour prendre en compte l'influence du numérique sur les contenus.

2 Les différentes caractéristiques des documents

Dès lors que l'on remarque que la dimension matérielle des inscriptions est une clef d'accessibilité à l'intelligence de leur contenu, il convient d'examiner de plus près la nature d'une inscription et les contraintes qui s'en déduisent pour leur interprétation. Cet examen se déroulera en deux temps : tout d'abord il s'agit d'envisager les différentes dimensions des inscriptions pour ensuite se concentrer sur un cas particulier remarquable, le document.

ENCADRÉ 5.1 – *La notion de contenu*

Un contenu est une forme inscrite sur un support se prêtant à une interprétation à travers laquelle elle fait sens pour quelqu'un ou une communauté. C'est donc une *forme matérielle interprétable*. C'est d'ailleurs pour cette raison que le terme de contenu sert parfois à qualifier non pas la forme interprétable, mais son sens, c'est-à-dire le résultat de son interprétation. Par ailleurs, si on parle de contenu, la notion de « contenant » n'est pas loin. Le contenant sera dans ce contexte d'une part tout ce qui permet de fixer ou réifier en un format manipulable le contenu, et d'autre part les outils pour manipuler ce format et le produire, le reproduire, le transformer et le transmettre. Par exemple, un contenu pourra être un texte écrit, en considérant particulièrement la forme matérielle des lettres, de la mise en page et autres déterminations de ce qui fait sens. Le contenant sera le papier, l'encre, et les outils permettant d'imprimer, reproduire, etc.

2.1 L'inscription matérielle et ses différentes dimensions

Une inscription se caractérise selon différentes dimensions. Une inscription permet d'inscrire un contenu (voir encadré 5.1), de le conserver et de le restituer. Ainsi se dégagent trois dimensions pour lesquelles on caractérisera successivement² :

La dimension de l'expression :

La forme sémiotique d'expression : il s'agit du code sémiotique utilisé pour transcrire l'intention d'expression d'un auteur. L'expression correspond au passage d'un vouloir dire à un dit empruntant sa forme à un registre sémiotique donné.

Le dispositif d'enregistrement : il s'agit du dispositif matériel permettant d'inscrire un contenu en une forme sur un support qui permette son enregistrement, c'est-à-dire sa conservation. Le dispositif d'enregistrement assure la conservation de l'expression, en donnant une persistance matérielle à la forme sémiotique d'expression. Le dispositif d'enregistrement sélectionne et configure le contenu exprimé pour le conformer aux contraintes des conditions de la conservation. La forme sémiotique d'expression est alors transformée dans sa matérialité pour donner une forme d'enregistrement.

La dimension de la conservation :

Le support d'enregistrement : il s'agit de l'objet matériel sur lequel une forme sera inscrite pour conserver et préserver le contenu. Le support d'enregistrement est par conséquent le support d'inscription, le support que l'on charge de préserver et conserver le contenu inscrit. Par exemple, un livre a pour support d'enregistrement le papier, un document audiovisuel a pour support une bande magnétique vidéo ou un film argentique, le

²Nous réactualisons ici nos propositions de [Bachimont, 1998].

document numérique a enfin pour support la mémoire adressable d'un support informatique.

La forme d'enregistrement : le support d'inscription permet de consigner le contenu dans une certaine forme. La forme d'enregistrement est la forme sous laquelle le contenu est inscrit sur le support d'enregistrement : elle doit permettre de recouvrer le contenu enregistré. Pour un livre, c'est la typographie d'un répertoire alphabétique, pour un document audiovisuel, le signal magnétique sur le support vidéo, ou enfin le code numérique binaire des documents numériques.

Le dispositif de lecture : c'est le dispositif matériel permettant de passer de la forme d'enregistrement à une forme lisible ou appréhendable par un être humain.

La dimension de la restitution :

Le support de restitution : il s'agit de l'objet matériel permettant d'accéder au contenu et d'en prendre connaissance. L'inscription ne préserve et ne conserve un contenu que pour le rendre accessible et partageable. Le contenu doit par conséquent pouvoir être lu, consulté, visualisé sur un support le permettant. Ce support est celui où un utilisateur peut faire sien le contenu, se l'approprier. Un support de restitution est l'écran de télévision, le papier du livre, un haut-parleur, etc.

La forme physique de restitution : il s'agit de la forme physique sous laquelle l'inscription est présentée pour être directement intelligible. En effet, le support physique présente le contenu. Pour cela, ce dernier doit être présenté dans une forme physique compatible avec le support physique, pour que le contenu puisse être appréhendé par l'utilisateur. Par exemple, à partir du signal magnétique (forme d'enregistrement) de la cassette vidéo (support d'enregistrement), la télévision (support de restitution) reconstruit un signal visuel (les points de couleurs de l'écran) regardé par le spectateur.

La forme sémiotique de restitution : la représentation affichée sur le support de restitution respecte une structure ou une forme telle qu'elle est directement intelligible par l'utilisateur. Cette forme est donc la forme de restitution permettant à un utilisateur de s'approprier le contenu. La forme sémiotique de restitution correspond à une forme directement interprétable par un utilisateur, dans la mesure où elle appartient à un registre sémiotique dont l'utilisateur a déjà fait l'apprentissage culturel ou scolaire. Alors que la forme d'enregistrement n'est pas nécessairement directement intelligible (par exemple le signal magnétique d'une cassette vidéo), la forme sémiotique doit nécessairement l'être. La forme sémiotique de restitution et la forme physique de restitution sont donc les deux faces d'une même pièce : la forme physique correspond au substrat matériel de la forme perçue, la forme sémiotique correspond à la forme perçue en tant qu'elle signifie pour un code de signification donné. En prenant une analogie avec la parole, la forme physique est le son, la forme sémiotique le phonème.

Lorsqu'un document mobilise plusieurs formes sémiotiques de restitution, on dira que le document est multimédia. Par exemple, l'audiovisuel est multimédia car il mobilise l'image, la musique, le bruit et la parole. L'image peut elle-même être multimédia si elle comporte des textes et des structures iconiques.

La modalité de restitution : la forme sémiotique de restitution s'adresse à une ou des modalités perceptives. Quand il y a plusieurs modalités de restitution, le document est multimodal. Par exemple, l'audiovisuel est multimodal car il s'adresse à la vue et à l'ouïe.

Le dispositif de restitution : il s'agit du dispositif permettant d'informer le support de restitution avec la forme physique de restitution de manière à proposer une forme sémiotique appréhendable par un être humain.

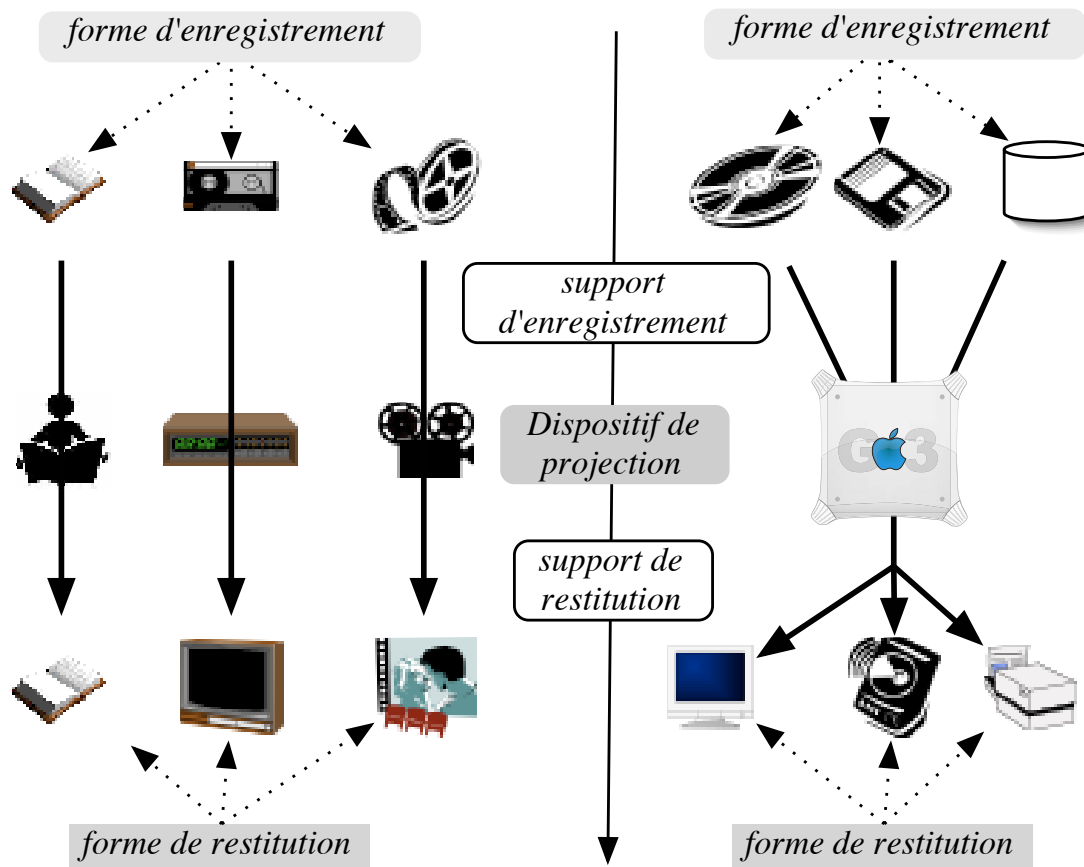


FIGURE 5.1 – Les dimensions des inscriptions documentaires. On remarquera que pour les documents sur un support papier comme le livre, les supports d'enregistrement et de restitution sont confondus. Pour les documents audiovisuels, ils sont distincts : le numérique ne fait donc que généraliser la dématérialisation des documents introduite par l'audiovisuel.

Prenons quelques exemples. Pour un contenu vidéo, le support d'enregistrement est une bande magnétique (la cassette), la forme d'enregistrement le signal magnétique inscrit sur la bande, le support de restitution l'écran du téléviseur, la forme sémiotique la forme audiovisuelle, la forme physique les pixels de couleur, et le dispositif de restitution la télévision. Pour un contenu sonore, le support d'enregistrement est le CD, la forme d'enregistrement le code binaire, le support de restitution l'air ambiant, la forme sémiotique la forme sonore, la forme physique l'onde sonore, le dispositif de restitution les hauts parleurs. Enfin, le contenu écrit sur un support papier est un cas particulier exemplaire car il confond les dimensions de la conservation et de la restitution. Le support papier et le contenu écrit constituent le type d'inscription traditionnelle pour laquelle les concepts documentaires ont été forgés. Pour ce support,

- *Les support d'enregistrement et support de restitution sont confondus* : le support sur lequel on lit est celui que l'on range et stocke ;
- *Les formes d'enregistrement et de restitution sont confondues* : ce que l'on lit est bien ce que l'on a inscrit sur le support.

Ces propriétés sont fondamentales car elles établissent une symétrie entre la lecture et l'écriture, l'enregistrement et la restitution. En effet, c'est le même apprentissage qui permet d'aborder la lecture et l'écriture : savoir lire, c'est savoir écrire [Stiegler, 1994]. Il n'est pas nécessaire d'avoir une médiation mécanique pour recouvrer le contenu. Le document papier est devenu un cas particulier quand il a fallu envisager un autre type de document, les documents temporels. En effet, il faut faire une importante distinction parmi les formes sémiotiques de restitution des documents. Il faut en effet distinguer :

Les formes statiques et spatiales de restitution : les structures interprétables se présentent simultanément à l'utilisateur. L'ordre et le rythme dans lequel se déroule la lecture ou la consultation sont laissés à la discrétion du lecteur / utilisateur. Même si la succession linéaire des caractères d'un document papier suggère un ordre canonique de lecture, elle n'est pas une condition nécessaire et incontournable de la lecture.

Les formes temporelles et dynamiques de restitution : les structures interprétables se présentent successivement à l'utilisateur, dans un ordre et selon un rythme imposé à l'utilisateur par le document lui-même. En particulier, l'ordre et le rythme constituent ce par quoi le document fait sens pour un utilisateur. Accéder au sens du document temporel, c'est se conformer à l'ordre et au rythme du document.

Ce dernier cas correspond aux documents sonores et audiovisuels, documents qui enregistrent un cours temporel pour le préserver et le restituer. Ces documents rencontrent cependant la difficulté suivante :

- Un support d'enregistrement est nécessairement matériel, donc spatial. Chargé de préserver dans le temps le contenu, il ne peut contenir l'écoulement du temps. La forme d'enregistrement est par conséquent spatiale.
- La forme sémiotique est temporelle, c'est-à-dire que la temporalité fait partie intrinsèque du mode de signification du document qui doit par conséquent

véhiculer par lui-même, en lui-même, la temporalité qui permet de restituer le contenu.

On en déduit que, contrairement au document papier, il ne peut y avoir identité, pour le document temporel, entre le support d'enregistrement et le support de restitution, la forme d'enregistrement et la forme sémiotique de restitution. Il ne peut y avoir de document temporel qu'à partir du moment où l'on dispose d'un procédé permettant à partir de l'enregistrement de reproduire une forme temporelle. Ce procédé doit être un procédé mécanique, c'est-à-dire un procédé permettant de reconstruire un déroulement temporel à partir d'un ordonnancement statique et matériel d'éléments. Ainsi, le signal magnétique, statique, permet de piloter un magnétoscope et une télévision pour reconstruire une forme physique de restitution interprétable comme une forme sémiotique temporelle.

On doit par conséquent distinguer la forme d'enregistrement du contenu, car elle n'est pas lisible comme telle : elle est destinée non à être lue, mais à être jouée par un mécanisme qui va reconstruire la forme temporelle du document. La forme d'enregistrement n'est donc accessible que par la médiation d'un dispositif de lecture, un *player*, qui permet de décoder cette forme pour reconstruire le document.

Expression, conservation, restitution constituent la chaîne d'une transmission, et pas seulement d'une communication. Il s'agit par conséquent d'une conception médiologique de la connaissance et de sa dimension technologique [Debray, 2000]. Chaque élément de cette chaîne introduit au maillon suivant. Ainsi, la restitution permet à un lecteur de s'approprier le contenu reconstruit par le dispositif de lecture. Cette restitution correspond à une interprétation de l'inscription proposée dans sa forme sémiotique de restitution. Si, comme on l'a soutenu au chapitre 2, toute interprétation est une réécriture ou une réinscription, l'interprétation du contenu restitué revient à une réinscription sur un autre support. Ce support peut alors être le même support d'enregistrement (la note marginale d'un texte), ou sur un autre (un commentaire écrit sur des feuillets à part) ou bien encore être le lecteur lui-même, qui réinscrit dans sa propre mémoire l'interprétation fruit de sa lecture.

2.2 Les caractéristiques des documents

Les inscriptions correspondent à tous les contenus considérés à travers leurs manifestations matérielles. Puisque la forme matérielle conditionne l'intelligibilité de l'inscription, ces formes se sont stabilisées au gré des traditions pour prescrire des parcours interprétatifs privilégiés et permettre ainsi une meilleure transmission des contenus. On appellera document une inscription stabilisée dans une tradition de transmission.

Étymologiquement, « document » vient du terme latin *doceo*, « j'enseigne ». Le document serait ainsi une inscription qui enseigne. Il a pour vocation d'instruire la preuve, d'être le témoignage d'un événement dont il est la trace, et qui peut être

produite pour manifester la réalité de l'événement et le bien fondé des conséquences qui en ont été tirées. Par conséquent, le document possède, de par ses origines, une vocation essentiellement juridique. Mais plus généralement, si le document possède une valeur juridique, c'est qu'avant tout il conserve une expression et qu'il en est le support de mémoire. Le document est mémoire.

Il est assez difficile de déterminer les conditions nécessaires et suffisantes sous lesquelles une inscription est déclarée constituer un document. Cependant, on peut dégager certaines propriétés ou caractéristiques comme étant nécessaires au document pour qu'il soit reconnu tel. Ce sont :

La permanence dans le temps : un document doit posséder une permanence dans le temps, il doit *persister*, c'est-à-dire se tenir identique à lui-même à travers le temps.

La délimitation spatiale : pour qu'un contenu soit un document, il doit être possible de déterminer avec certitude où il commence, où il finit, ce qui lui appartient ou ce qui ne lui appartient pas.

Cette caractéristique est essentielle car elle constitue la possibilité de la lecture et de l'interprétation : on ne peut lire un contenu que lorsqu'on peut faire la part entre le document lu et la lecture qui en est faite, entre le discours et le méta discours que l'on tient à son endroit. C'est à partir de la finitude documentaire que commence l'interprétation, interprétation qui quant à elle n'est jamais terminée. La finitude et fermeture documentaire renvoient à l'ouverture indéfinie de l'interprétation.

La délimitation temporelle : pour être persistant dans le temps, un document doit posséder un état de référence, une version établie permettant d'évaluer l'intégrité des différents exemplaires rencontrés. La version de référence est établie par un acte instituant l'inscription en document. A partir du moment où cet acte est accompli, le document ne doit plus varier. En particulier, la forme matérielle interprétable le constituant ne doit pas varier en fonction du moment où s'effectuent la consultation et la lecture. Toute modification du contenu tient lieu alors d'une republication ou ré-élaboration du document.

Intentionnalité : un document est un objet intentionnel. Cela implique qu'il soit être considéré pour ce qu'il signifie, et non pour ce qu'il est physiquement.

En suivant ces critères, il est facile de constater que bon nombre d'inscriptions ne sont pas des documents. Comme nous y reviendrons plus tard (cf. section 2.3.3), les documents du Web ne vérifient pas la finitude spatio-temporelle requise par les contraintes ci-dessus : le jeu des hyperliens implique qu'il est impossible d'assigner un début ou une fin à un document publié sur le Web, à moins de nier la dimension hypertextuelle ; par ailleurs, le rythme permanent des mises à jour, généralement non signalées, implique qu'il est impossible de savoir à quel moment fixer la forme documentaire de référence d'un contenu publié sur le Web. Le Web remet donc en cause la notion de document et il faut donc reprendre la problématique des inscriptions numériques dans ce contexte.

Par conséquent, un contenu n'est pas nécessairement un document. Un contenu ne devient un document seulement quand une intention le fixe et le livre à la

consultation d'autrui. Un contenu renvoie à une écriture, non à une publication : le modifier n'est pas le republier. Les usages du monde de l'édition le confirme : un livre publié n'est plus modifiable, il doit être ré-édité pour cela. Faut-il en déduire que la publication est une condition nécessaire pour considérer une inscription comme un document ? Il semble que non. Si tout contenu publié est bien un document, la publication introduit une contrainte trop forte pour y reconnaître une condition nécessaire. Cependant, de la publication nous retiendrons que l'inscription est une intention adressée à des lecteurs qui ne sont pas nécessairement identifiés lors de l'écriture par l'auteur. Autrement dit, un document est un contenu dépassant la communication privée et s'adressant à des lecteurs potentiels, voire virtuels.

L'intentionnalité des documents mérite quelques précisions. Le document n'est pas par lui-même intentionnel, mais il l'est depuis un point de vue qui l'institue comme ayant une valeur intentionnelle. Cette intentionnalité peut être constitutive du document, dans la mesure où le document comme objet physique est créé en vue de cette intentionnalité, ou elle peut être conférée seulement dans un second temps. Dans ce dernier cas, le document a été créé d'abord comme un objet physique, pour devenir un document pour un point de vue particulier qui l'institue comme tel. On peut donc distinguer deux classes documentaires :

Les documents possédant une intentionnalité *a priori* : le document comme objet matériel a été créé en vue d'endosser une intentionnalité documentaire. Le fait d'être un document est constitutif de l'objet physique auquel il correspond. C'est le cas général des documents tels qu'on les qualifie dans la langue ordinaire : les journaux, les notes personnelles, les rapports, etc.

Les documents possédant une intentionnalité *a posteriori* : le document est d'abord un objet matériel créé indépendamment d'une intentionnalité documentaire. Ce sont par exemple des outils pour la chasse et la pêche. Puis, ces outils, retrouvés et étudiés par l'archéologue, deviennent des documents pour lui puisqu'il les considère comme des témoignages qu'il veut interpréter pour reconstruire une représentation des événements ou pratiques dont ils sont la trace. Créés pour être des outils, l'archéologue les institue comme des documents (par exemple, la « lecture » qu'en fait Leroi-Gourhan dans ses ouvrages [Leroi-Gourhan, 1973]).

Les considérations précédentes portent sur les critères constituant le document comme tel. Mais il doit également être lisible. La lisibilité documentaire repose sur deux facteurs essentiels

La forme documentaire : il s'agit de la caractérisation de l'inscription comme forme traditionnelle. L'inscription est déterminée par la pratique qui l'a produite et qui l'utilise. Ces déterminations sont : le type de document, son auteur, sa date d'élaboration, sa destination. En fonction de cette forme documentaire, l'interprétation de l'inscription est surdéterminée.

La tradition de lecture : il s'agit de la tradition concernant la réception du document quand il est restitué. Cette tradition, transmise par apprentissage culturel, est la condition d'intelligibilité des inscriptions documentaires.

La forme documentaire est l'extension de la forme sémiotique de restitution et la tradition de lecture correspond à l'extension de l'apprentissage culturel de cette forme. La tradition de lecture est à la forme documentaire ce que l'apprentissage culturel est à la forme sémiotique.

Un exemple permettra d'articuler ces notions. Dans la pratique médicale hospitalière, le dossier patient recueille les informations nécessaires à la mise en œuvre des soins et à la transmission des informations d'ordre thérapeutique. Le dossier comporte un nombre important de documents répartis en catégories bien déterminées : comptes rendus d'examen, comptes rendus d'hospitalisation, résultats d'examen, etc. Chaque type de document se particularise par son support (type de feuille, couleur), sa forme sémiotique (graphique, mise en page particulière, etc.). La formation médicale apprend aux praticiens hospitaliers à interpréter la forme documentaire de ces inscriptions pour trouver facilement une information et à l'exploiter. Les longs stages imposés aux étudiants en médecine a entre autres pour fonction de leur transmettre, par une pratique contrôlée par les pairs et plus anciens, la tradition de lecture associée à ces formes documentaires.

2.3 Au delà du document : hypertextes et hyperdocuments

La forme documentaire possède des extensions dont la spécificité dépend du support d'inscription. Ces extensions sont essentiellement des collections ou ensembles de documents, permettant de les rassembler selon certains critères et de suggérer un mode de lecture adapté.

On convient d'appeler ici, à la suite de nos propositions dans [Bachimont, 2002], "hyperdocument" tout ensemble de documents constituant une certaine unité, et "hypertexte" ce qui résulte de l'informatisation d'un hyperdocument sous la forme d'un réseau de nœuds documentaires et de liens navigationnels les reliant. Un hyperdocument se caractérise par le fait que l'unité constituée par les documents qui le composent est moins forte que celle constituée par les parties d'un même document, comme les chapitres d'un livre. Un hyperdocument n'est pas un document, l'unité hyperdocumentaire est plus faible que l'unité documentaire. Par ailleurs, l'unité hyperdocumentaire est plus forte que celle qui proviendrait de la simple juxtaposition de documents ne possédant a priori pas d'autre solidarité que le fait d'être mis ensemble. Un hyperdocument est moins qu'un document, mais plus qu'un agrégat de documents. L'hyperdocument peut se définir comme étant la réunion d'un ensemble de document constituant un tout, une unité, par rapport à une utilisation pratique déterminée. Par exemple, un dossier patient, dans le contexte hospitalier [Tange, 1995], contient les documents nécessaires aux soins d'un patient. Mais l'unité hyperdocumentaire est plus faible que l'unité documentaire dans la mesure où, contrairement au document, l'hyperdocument ne prescrit pas *a priori* un parcours canonique de lecture, indiquant dans quel ordre consulter les documents. Même si seuls quelques parcours font sens (contrairement à l'agrégat de documents, dont les parcours possibles sont a priori tous autant ou aussi peu pertinents), l'hyperdocument n'en recommande canoniquement aucun

en particulier, contrairement au livre qui prescrit comme ordre canonique la succession linéaire du texte.

Il existe plusieurs types d'hyperdocuments, par exemple l'encyclopédie, la documentation, le dictionnaire, le dossier. Chaque type donne lieu à un *genre hypertextuel*, de la même manière que les textes donnent lieu à des genres textuels : le roman policier, à l'eau de rose, etc. Chaque genre textuel prescrit en tant que tel une manière d'écrire et de lire le document : on sait par exemple que c'est dans le dernier chapitre d'un roman policier que l'énigme se résout. Dans une optique de lecture rapide, on peut commencer la lecture par ce chapitre. *Mutatis mutandis*, le genre hypertextuel consiste en prescriptions interprétatives qui conditionnent la manière de lire l'hyperdocument, c'est-à-dire de le parcourir. On a cité l'exemple de l'encyclopédie où son ordonnancement alphabétique et son jeu de corrélats prescrivent un type de parcours propre au genre encyclopédique. Les remarques précédentes nous permettent de déduire que dans le genre " dossier ", les prescriptions interprétatives pour la lecture sont en partie véhiculées par le support matériel : le genre dossier prescrit les règles structurant le parcours par l'intermédiaire de son support matériel. Dans le cas des encyclopédies et des documentations, l'aide matérielle à la lecture prodiguée par le support papier (e.g. la synopsis spatiale) s'est objectivée en outils de navigation construits à partir de la considération de tout le document, comme les tables, index, corrélats, etc. Ces outils instrumentent les prescriptions interprétatives attachées au genre, leur permettant de se détacher du support matériel, c'est-à-dire de se dématérialiser. Dans le cas du dossier, son aspect dynamique qui le reconditionne, le reformate ou reconfigure en permanence, interdit que les prescriptions s'objectivent et s'autonomisent en de tels outils : l'aide prodiguée par le support matériel est irréductible et ne peut être dématérialisée.

2.3.1 Un hyperdocument particulier : le dossier

Nous avons particulièrement étudié le genre « dossier » dans le cadre du dossier médical. Nous avons proposé, en collaboration avec Jean Charlet, une hypertextualisation des dossiers médicaux dans le cadre du projet Hospitexte³. L'objectif de ce travail était de déterminer les problèmes et de proposer une méthodologie pour le changement de support, du papier au numérique. L'enjeu n'était pas, contrairement à ce que l'on aurait pu croire, d'améliorer le dossier papier, mais de pouvoir faire aussi bien, fonctionnellement parlant, sur un support numérique. En effet, comme le souligne [Tange, 1995], le dossier papier résulte d'une longue tradition qui l'a élaboré et adapté aux besoins de la gestion de l'information dans le cadre hospitalier, si bien que chaque particularité du support papier possède son rôle dans l'ergonomie de la lecture et donc dans la facilité à retrouver l'information pertinente au moment de sa consultation. Ainsi un dossier médical⁴ comporte-t-il des feuilles de différentes couleurs, permettant de les différencier au moindre

³Ce travail [Charlet et al., 1998] a donné lieu au travail doctoral de Vincent Brunie [Brunie, 1998], sous notre encadrement, la direction universitaire étant assurée par Pierre Morizet, de l'UTC.

⁴[Nygren and Henriksson, 1992, Nygren et al., 1992].

coup d'œil ; l'allure plus ou moins vieille du papier indique l'ancienneté de l'épisode clinique relaté dans le document, etc. L'étude devait donc élaborer comment le numérique pouvait retrouver les mêmes fonctionnalités sans pouvoir utiliser les mêmes propriétés du support.

Le dossier est un hyperdocument particulier qui se singularise par les trois caractéristiques suivantes :

- le dossier évolue : il est actif ; cela signifie qu'il est sans cesse enrichi de nouveaux documents qu'il faut prendre en compte dans son exploitation ; c'est par exemple de nouveaux comptes rendus d'examens qui viennent s'ajouter au dossier patient, ou une nouvelle fiche d'entretien dans le cas d'un dossier d'un collaborateur ;
- l'élaboration des documents composant le dossier est locale ; les documents composant le dossier sont indépendants les uns des autres : ils sont élaborés dans des contextes différents, par des auteurs distincts, selon des formats hétérogènes, souvent dans l'ignorance des autres pièces du dossier ; le compte rendu opératoire, par exemple, s'élabore dans le contexte local de l'opération, indépendamment des autres éléments du dossier ;
- la consultation des documents composant le dossier est globale : si le dossier existe en tant que dossier, c'est que l'on estime que la lecture d'un élément du dossier doit s'accompagner de la consultation des autres éléments du dossier ; conçus indépendamment les uns des autres, les documents du dossier doivent être lus ensemble ;

L'élaboration locale pour une consultation globale pose le problème suivant : contrairement aux hyperdocuments comme les documentations ou les encyclopédies, il n'existe pas de manière de lire typique pour laquelle le ou les éditeurs de l'hyperdocument ont prévu des instruments de navigation comme les index, les tables des matières, etc., permettant au lecteur d'avoir une vue globale de l'hyperdocument à partir de laquelle construire son parcours. En général, les éditeurs de tels hyperdocuments ont d'ailleurs prévu un ordonnancement canonique (par exemple, la succession alphabétique des articles encyclopédiques) des documents permettant toujours par défaut une lecture linéaire.

Ce point est capital. Alors qu'un document possède toujours un auteur (considérer une inscription comme un document, c'est supposer qu'il émane d'une intentionnalité auctoriale, qui a conçu le contenu et l'a publié sous sa forme documentaire), un hyperdocument n'en a pas. Il peut en revanche posséder un éditeur, qui assemble et met en forme les documents composant l'hyperdocument. Les éditer, c'est proposer des instruments de lecture, déterminer des parcours de lecture possibles. Le rôle de l'éditeur, c'est de rendre lisible et intelligible l'hyperdocument. C'est pourquoi l'éditeur est en quelque sorte l'auteur de la lisibilité de l'hyperdocument.

Le dossier n'a pas d'auteur, ce qui est évident, mais n'a pas d'éditeur non plus : chaque document a bien un auteur, mais du fait de l'élaboration locale, personne ne prend en charge la composition du dossier comme un tout, personne n'est l'auteur

du tout qu'est le dossier⁵. Si bien qu'à aucun moment il n'y a eu d'intentionnalité éditoriale ayant organisé la matière documentaire du dossier en vue de sa lecture. En cela, le dossier n'est pas une documentation ni une encyclopédie. Le travail d'instrumentation de la lecture, habituellement pris en charge par l'auteur pour les documents et l'éditeur pour certains hyperdocuments, est donc à la charge du lecteur : seul le lecteur appréhende le dossier en tant que tel, c'est-à-dire en tant que tout. C'est la raison pour laquelle c'est à lui de prendre en charge le travail auctorial et éditorial résultant du point de vue global pris sur les documents du dossier. De plus, dans la mesure où le dossier est actif et où sa matière s'enrichit sans cesse, seul le lecteur peut avoir ce point de vue global à un instant donné : pour être exploitable, l'instrumentation éditoriale de la lecture doit être dynamiquement assurée par le lecteur. Puisque l'instrumentation de la lecture est à chaque fois inventée par le lecteur, il faut à présent considérer comment le lecteur d'hyperdocument s'y prend dans le cas des dossiers papiers actuels pour déterminer les manières pertinentes de les informatiser et d'en instrumenter la lecture.

2.3.2 Les caractères génériques des hyperdocuments

Mais, si le dossier est spécifique, il partage néanmoins les caractères génériques des hyperdocuments qu'il convient de préciser. Le propre des hyperdocuments est donc de rompre la linéarité du signifiant textuel pour suggérer des parcours non linéaires. Ces parcours non linéaires peuvent être complémentaires et s'ajouter à un parcours linéaire canonique, comme la note de bas de page enrichit un texte principal, ou bien constituer la textualité elle-même, le lecteur devant affronter la multiplicité des parcours possibles pour construire sa propre lecture.

Pour rompre la linéarité du signifiant, les hyperdocuments exploitent les particularités du support, en particulier le fait qu'il soit spatial : de la bidimensionnalité de la page, à l'ajout d'une troisième dimension correspondant à l'épaisseur du livre, c'est-à-dire au nombre de pages, les hyperdocuments utilisent les relations spatiales, en orientant la topologie du support de manière à suggérer une navigation ou une lecture.

L'histoire de la lecture, de l'écriture et de l'imprimerie⁶ ont montré comment la tradition a su exploiter la spatialité du codex, de la feuille de papier, du volume relié, etc., pour proposer différentes lectures, différentes orientations, différents parcours. Le support numérique correspond à une spatialité calculée : la juxtaposition spatiale dans l'espace du support de restitution est remplacée par une action de l'utilisateur sur le dispositif de restitution permettant de convoquer un nouvel élément de lecture en sus ou à la place de ceux déjà montré. L'hyperlien propose une association via une action de l'utilisateur. La nature et le rôle des hyperliens sont délicats à déterminer, si bien que la conception et la réalisation d'hypertextes ou d'hypermédiat restent un exercice délicat, encore peu maîtrisé [Nielsen, 1990].

⁵Cependant, le dossier comme objet matériel est pris en charge par l'organisation ou l'institution qui le conserve et l'exploite à des fins pratiques.

⁶Par exemple, [Martin, 1996], [Cavallo and Chartier, 1997].

Mais il nous semble que le dossier comme hyperdocument est le modèle documentaire adéquat pour considérer les hypermédias et en particulier les contenus rencontrés sur le Web. En effet, dispersion de l'écriture et de l'édition qui restent locales, globalité de la lecture qui est confrontée au tout du Web font que l'internaute rencontre une situation analogue au lecteur d'un dossier. Le rapprochement de ces deux modèles devrait permettre de comprendre l'un à partir de l'autre.

2.3.3 Vers les hyperdocuments numériques : le cas du Web

Le *World Wide Web* permet depuis près de deux décennies de publier des documents selon la norme HTML et de les échanger selon le protocole HTTP. La norme HTML consacre l'usage des hyperliens dans l'élaboration des contenus et dans leur consultation. Les contenus publiés sur le Web sont cependant difficiles à caractériser car ils ne vérifient pas les caractéristiques constitutives des documents (cf. *supra* 2.2). Ils permettent de mieux comprendre la difficulté à traiter des documents numériques dans la mesure où la tendance technique du numérique contrevient directement aux propriétés constitutives des documents. Plusieurs difficultés sont posées par les documents numériques, comme le révèlent ceux publiés sur le Web :

- le contenu dynamique ou virtuel ;
- la non - finitude spatiale ;
- l'instabilité temporelle.

Dans le cas d'un support numérique, le support d'enregistrement ne coïncide pas avec le support de restitution : un dispositif de lecture reconstruit ce qui est lu à partir de ce qui est enregistré. Le dispositif étant un programme, il devient possible de configurer la reconstruction de la lecture à partir de données propres au lecteur et à la situation de lecture. Le document est alors virtuel, dans la mesure où l'enregistrement n'est qu'une ressource permettant de construire une vue personnalisée et adaptée. Le fait de ne consulter qu'une *vue* dynamique du contenu interdit de voir en ce dernier un document. En effet, le propre du document est de constituer une inscription matérielle de référence, partageable et permanente. Autrement dit, ce qui fait la valeur documentaire d'un contenu, c'est de n'être ni personnel (il est partageable car s'adresse à plusieurs et non à un seul), ni virtuel (il est matériel), ni dynamique (il est permanent).

Le document dynamique et virtuel pose donc un problème fondamental dans la mesure où, supprimant la référence, il supprime la lisibilité. En effet, toute lecture est partagée entre deux mouvements opposés mais nécessaires, l'appropriation et l'objectivation (cf. *supra*, section 1). Les documents dynamiques et virtuels annulent le mouvement d'objectivation de la lecture. Ils aboutissent à l'exténuation du sens dans la mesure où ils tendent à montrer au lecteur que ce qu'il est au lieu de lui donner l'occasion de s'approprier ce qu'il n'est pas. Pour rendre son utilité et sa pertinence aux contenus dynamiques et virtuels, il convient d'avoir des contenus documentaires à la forme invariable, et des vues lectoriales plus ou moins reconfigurables en fonction de lecteur et de la lecture. Ainsi, autant il est légitime et

utile d'avoir des explications de texte et de vocabulaire dans une édition de Balzac, autant il serait absurde d'adapter Balzac au lecteur : l'enjeu et l'intérêt de la lecture et de la culture, c'est précisément d'amener un lecteur à Balzac pour qu'il se l'approprie et apprenne à se lire en lisant, et non d'amener Balzac au lecteur.

Une ingénierie des connaissances doit par conséquent permettre d'articuler l'objectivation documentaire et l'appropriation lectoriale, en opposant une référence permanente à des vues dynamiques. Mais ces vues ne sont intelligibles, et on ne peut leur faire crédit d'un sens, que si elles se montrent et se manifestent comme une vue sur un contenu, et non comme le contenu lui-même⁷.

La non finitude spatiale des contenus sur le Web est bien connue : le réseau des hyperliens a pour conséquence qu'il est bien difficile de savoir où commence et où finit un contenu. Cet inachèvement du contenu ne permet pas à une lecture de s'effectuer : le procès infini de la lecture et de l'interprétation ne peut prendre son essor qu'à partir de contenus achevés. En effet, l'interprétation étant une démarche allant du global et du local, il faut que la globalité soit donnée pour que le parcours interprétatif s'amorce.

Il est probable cependant que l'écriture des contenus sur le web parviendra à maîtriser l'usage des hyperliens, de manière à distinguer différents niveaux de clôture d'un contenu : un premier niveau autonome, où les liens ne sont pas utiles, et où le contenu est destiné à faire sens par lui-même, d'autres niveaux plus ou moins enchevêtrés où les liens permettent soit de fournir des éléments sur le contexte et donc de fournir des indices ou contraintes pour l'interprétation, soit de prolonger le contenu, soit de le diversifier. Cependant, le premier niveau doit être facilement identifiable sous peine que la lecture soit une errance.

L'instabilité temporelle participe du même syndrome : l'annulation de l'objectivation du contenu. En permettant des mises à jour à tout moment, le Web rend impossible au lecteur, à moins de s'armer de principes critiques rigoureux en notant les heures et dates de consultations, d'avoir une version objective à laquelle renvoyer d'une part les vues dynamiques et personnalisées qu'on lui propose et à laquelle rattacher les différents types de liens et les attentes qu'il peut nourrir à leur égard. L'instrumentation et l'indexation que proposera l'ingénierie des connaissances devront pouvoir exploiter les propriétés du Web sans annuler sa lisibilité.

⁷Ce problème rejallit au niveau de l'instrumentation numérique des archives : si, du fait de leur inscription sur/dans un support numérique, elles doivent être reconstruites dynamiquement pour rendre une consultation possible, la question se pose de l'authenticité de l'archive ; comment concilier l'instrumentation nécessaire à sa consultation sur un support numérique et son authenticité qui commande de conserver son intégrité physique et interprétative ? Nous avons étudié ce problème dans [Bachimont, 2000b].

3 La numérisation des documents

Les documents sont des objets techniques, dont la structure matérielle et physique prescrit leur usage. Les documents étant des objets intentionnels, l'usage prescrit correspond à des parcours interprétatifs. La prescription des parcours repose sur l'instrumentation du document permettant au lecteur de mettre en œuvre ses actions de lecture : toute manipulation permettant une interprétation (cf. *supra*, section 2.2 du chapitre 2), l'instrumentation constitue par elle-même une prescription du sens.

La numérisation instrumente les différents niveaux de manipulation et d'étude des documents, et permet de distinguer les différentes couches ou strates selon lesquelles le document devient un objet. On retiendra les stades suivants de la numérisation :

La numérisation de la forme physique : le document possède une forme physique de restitution (cf. *supra*, section 2.1) ; cette forme est numérisée dans le but de manipuler le document, que ce soit pour le transmettre, le compresser, etc. Ce qui caractérise cette numérisation, c'est que les unités dégagées par la numérisation (comme discrétisation) ne sont pas constitutives de la forme signifiante : leur altération ne modifie pas nécessairement la signification. Par exemple, la numérisation de la forme physique des documents vidéo, photo ou texte, dégage des pixels comme unités de discrétisation et de manipulation. Les pixels comme *picture elements* sont bien les unités auxquelles on rapporte ou réduit le document pour le manipuler. Or, ces éléments peuvent être modifiés sans qu'il y ait une conséquence particulière sur le sens du contenu : si l'information d'un pixel est modifiée, la signification restera invariante. D'ailleurs, les constructeurs d'écran plat où chaque pixel est un transistor dédié tolèrent jusqu'à 5 pixels défectueux avant de procéder à un remplacement : qui irait accepter qu'un éditeur de texte altère 5 caractères par page affichée ?

La numérisation de la forme physique maintient donc un arbitraire de la forme vis-à-vis du sens, et si l'altération de la forme physique a une influence sur le contenu, elle est imprédictible et inobjectivable par des critères s'appliquant à la forme.

La numérisation de la forme signifiante : il s'agit de la numérisation de la forme sémiotique de restitution : la forme physique de restitution est discrétisée en unités discrètes constituant des *signes* pour l'interprétation. Ce sont par exemple les lettres d'un texte numérisé. Contrairement à la forme physique numérisée, l'altération d'une unité discrète altère la signification.

La numérisation du sens : le document est l'expression d'un contenu dont la signification peut être exprimée et modélisée dans un langage pour lequel il y a un parallélisme entre la forme et la signification, les règles de la sémantique formelle assurant la correspondance ; la numérisation du sens correspond à la représentation formelle de la signification dans l'objectif de manipuler le document en fonction de sa signification ; la représentation formelle du sens

correspond à l'inscription formelle des connaissances abordée au chapitre précédent.

La numérisation de la structure : entre la forme et le sens du document, peuvent être distingués différents niveaux formels assumant chacun un rôle dans la construction de l'interprétation. Ces niveaux sont souvent évoqués à travers le terme générique de structure. La formalisation syntaxique des différentes structures permettent de manipuler le contenu à travers les opérations portant sur ces structures.

3.1 La numérisation des formes physiques et signifiantes

La numérisation des documents textuels bénéficie pleinement des caractéristiques de l'écriture alphabétique, où chaque lettre correspond peu ou prou à un phonème [Calvet, 1996]. Un phonème est la plus petite unité de la langue dont la modification modifie la signification du contenu parlé [Martinet, 1980]. En numérisant la forme signifiante des documents textuels en reprenant comme unité discrète les caractères, on obtient d'emblée une manipulation formelle portant sur des unités de signification. Disposer d'un répertoire aussi complet que possible, permettant de numériser la forme signifiante de plusieurs langues et cultures reste un enjeu primordial mais difficile à atteindre⁸.

Concernant les images et les objets temporels sonores et audiovisuels, on ne dispose pas d'unités discrètes alphabétisant les images, permettant d'envisager d'emblée la numérisation de la forme signifiante. C'est pourquoi la numérisation des images n'a pas consisté en une numérisation de la forme signifiante, mais en une numérisation de la forme physique. Cette numérisation consiste dans l'analyse numérique du signal lumineux, c'est-à-dire du support de l'information visuelle. L'unité discrète obtenue est alors le pixel, ou *picture element*.

La première génération des normes d'encodage et de compression des images et des vidéos appartient à cette philosophie de la numérisation de la forme physique des images [Jack, 1996]. Ainsi, on dit que MPEG-1 et MPEG-2 sont *frame-based* : on entend par là que, l'objectif étant principalement de compresser les données sans compromettre la qualité de la visualisation, on s'est principalement intéressé au support numérique résultant de la numérisation du support de visualisation, indépendamment du contenu visualisé. Si bien que, malgré les services inhérents au support numérique comme l'accès direct à une image sans avoir à visualiser les précédentes, on ne profite pas pleinement du numérique :

« MPEG-1 and -2 deal with frame-based video and audio : although these standards provide a large improvement, in randomly accessing content, over standards that existed before, the granularity of the interactions is limited to the video frame, with its associated audio. In this sense, the functionality could be compared with

⁸Voir par exemple la livraison de la revue *Document numérique* sur le thème d'Unicode [André, 2003]. Par exemple, UNICODE ne permet pas d'encoder correctement le caractère Ÿ, que l'on trouve rarement mais de manière attestée : *L'HAYË LES ROSES*, notamment.

that of audio and video cassette players, albeit with non-linear controls. » Informedia project.

Les unités discrètes de manipulation sont le pixel ou le frame. Cette unité ne correspond pas à la discrétisation de la forme signifiante, c'est-à-dire l'image, mais seulement à celle de sa forme physique. Les inconvénients qui en ressortent sont les suivants :

- la structure numérique des images est arbitraire vis-à-vis de leur contenu sémantique et de l'interprétation utile pour un utilisateur ;
- il n'y a pas de continuité de structure d'une image à l'autre qui permette d'indexer une séquence par une même caractéristique ou unité discrète ;

Malgré la qualité de la compression obtenue, les standards MPEG-1 et MPEG-2 rendent possible une télévision numérique, mais non des bibliothèques numériques. En d'autres termes, les outils actuels s'inscrivent dans une *logique de la diffusion*, où c'est le prestataire qui est actif et l'utilisateur passif, et non une *logique de la consultation* où l'utilisateur est actif et dispose des outils pour effectuer sa sélection. Or le passage à une logique de consultation est inéluctable. L'augmentation exponentielle des documents et de leur archivage numérique nécessite d'ajouter à la logique de diffusion une publication où un fonds structuré et ouvert est accessible à la consultation. La masse des documents disponibles impose que la sélection ne se fasse pas de manière *a priori* par le diffuseur mais de manière dynamique par le consommateur. De *programmes* diffusés, il faut passer à des *ressources* archivées et accessibles⁹.

Pour cela, il est nécessaire de disposer d'une discrétisation de la forme signifiante et pas seulement de la forme physique. Or, les nouveaux standards MPEG-4 et MPEG-7 semblent apporter des éléments nécessaires à une telle discrétisation et rendent possible l'élaboration d'une logique de l'accès fondée sur l'activité des utilisateurs [Chiariglione, 1996]. Notre réflexion repose sur une hypothèse simple : MPEG-4 constitue une discrétisation de la *forme signifiante audio-visuelle* et MPEG-7 constitue le standard de description (et donc de manipulation) des structures audiovisuelles. Grossièrement, MPEG-4 serait l'Unicode et MPEG-7 le XML de l'audiovisuel.

MPEG-4 [(Convenor), 1996, Koenen et al., 1996] est un projet qui substitue au pixel, unité discrète de numérisation du *support audiovisuel*, l'*objet audiovisuel*, unité discrète de la numérisation de la *forme signifiante audiovisuelle*. Au lieu de considérer des frames composés de pixels, dont on veut réduire les redondances spatiales (intraframes), temporelles (interframes), psychovisuelles (différences en luminance et chrominance) et informationnelles (codages entropiques), on considère des scènes composées d'objets AV qui s'inter-déterminent par des relations spatio-temporelles. L'intérêt de l'approche MPEG-4 est de permettre :

⁹Cela ne signifie pas que la mise à disposition des contenus ne repose pas sur une sélection ni une hiérarchisation. Mais les critères ne sont pas les mêmes que pour une diffusion : un fond publié pour être consulté doit être organisé en collection, annotés, structurés, pour que l'utilisateur puisse organiser sa consultation. Au lieu d'une réception par un utilisateur passif, il s'agit d'une exposition à un utilisateur actif. Mais l'exposition est toujours un processus de tri et de sélection.

- l'indexation des films et séquences par les objets qu'ils mobilisent et les relations qui les relient ;
- la définition de objets AV comme des ressources que l'on peut trouver dans les films et que l'on peut réutiliser et manipuler.

De la même manière que l'on peut faire des recherches plein texte, il sera (?) possible de faire des recherches « plein objets », et d'utiliser des thesaurus (hiérarchisés, structurés, etc.) d'objets-AV. MPEG-4 correspond bien à ce que nous avons appelé une « numérisation de la forme signifiante » car l'unité de discrétisation, l'objet-AV, est bien ce dont la modification altère le contenu signifié de l'image. Si on remplace dans une scène un chien par un chat, on obtient une scène analogue mais de signification différente¹⁰.

Par ailleurs, MPEG-7 [(Convenor), 1997] est une nouvelle norme destinée à spécifier une description standard des différents types d'information multimédia ; la description sera associée au contenu lui-même, pour permettre une recherche rapide et efficace des informations utiles pour l'utilisateur. MPEG-7, raccourci de « Multimedia Content Description Interface », ne dépend pas du codage ou de la représentation des informations multimédia ; cependant, MPEG-7 peut s'articuler étroitement à MPEG-4 dans la mesure où ce standard permet d'encoder les informations audiovisuelles comme des objets. MPEG-7 ne porte ni sur l'extraction de caractéristiques ou d'index ni sur la recherche des index ; MPEG-7 porte sur le langage ou standard de description des index. Autrement dit, on peut comprendre MPEG-7 comme un standard de marquage de documents AV.

3.2 Numérisation des documents structurés

Nous présentons *infra* la norme MPEG-7 (section 5.3). Mais il est nécessaire de revenir ici sur la notion de « structure », dont ces normes et langages proposent la numérisation. L'usage est d'opposer la structure physique et la structure logique des contenus : la structure physique évoque la mise en forme matérielle du contenu, sa mise en page, le graphisme utilisé, alors que la structure logique évoque le typage des éléments composant la forme signifiante et l'ordre de ces éléments.

Ces distinctions classiques ne vont cependant pas de soi, car en on ne voit pas très bien pourquoi la structure logique est de type « logique » dans la mesure où elle mêle des éléments méréologiques (décomposition du tout en parties), syntaxiques (ordre et succession des éléments), et logiques (concepts associés aux éléments composant le contenu). Nous proposons donc de distinguer :

¹⁰On pourrait dire que le frame est une unité discrète renvoyant à une numérisation de la forme signifiante et non de la forme physique car son altération modifie le sens véhiculé. A cela deux réponses. Il n'est d'une part pas évident que supprimer une image d'un film le modifie en quoi que ce soit. C'est d'ailleurs un moyen classique de compression. C'est pourquoi la notion d'objet-AV est beaucoup plus riche que celle de frame : elle ne se définit pas par rapport à l'image. D'autre part, le frame n'est pas une unité minimale. Or, pour nos définitions, il importe qu'il s'agisse d'unités minimales, pixels ou caractères alphabétiques.

Le niveau physique : le document est considéré comme la présentation physique d'éléments matériels perceptibles organisés entre eux. Autrement dit, un document est une mise ensemble de formes matérielles destinée à faire sens pour un lecteur.

Le niveau de typage du contenu : chaque élément composant le niveau physique est typé ; on l'associe à un type qui détermine la sémantique sous lequel le considérer et le manipuler. Cette association peut être arbitraire : le contenu effectif de l'élément peut varier considérablement, mais cette variabilité est ignorée dans la mesure où l'élément, quel que soit son contenu, sera manipulé selon les opérations associées au type.

Le niveau syntaxique : quand les éléments du contenu physique sont typés, les types sont assemblés selon une grammaire déterminant leur structure.

Le niveau conceptuel : les types associés aux éléments sont exploités pour associer une signification conceptuelle à un élément du contenu, sans que cela ne donne d'information particulière sur la manière de les ordonner.

Le problème est de savoir si les types doivent être exclusivement attribués et déterminés en fonction de la syntaxe qui fixera l'ordre des éléments, ou s'ils peuvent prendre en charge une sémantique différente. Or, deux catégories de typage émergent : on peut opposer des *types syntaxiques* à des *types conceptuels* ; la sémantique des types syntaxiques repose sur l'ordonnement des éléments, celui des types conceptuels repose sur la signification de ces éléments, ou d'autres.

Les types syntaxiques et le niveau associé correspondent à celui habituellement endossé par les Définitions de Type de Document (DTD) de SGML/XML. Ce niveau, souvent qualifié de conceptuel et de logique, n'en est pas moins la description de la structure syntaxique du document. La principale norme conçue aujourd'hui est XML¹¹ intégrant des éléments de HyTime [DeRose and Durand, 1994]. Pour les documents multimédias et hypermédias, ce sera l'affaire de MPEG-7 (voir *infra*).

Les types conceptuels et le niveau associé correspondent à la représentation conceptuelle d'une interprétation de la signification du document. Cette représentation ne représente donc pas la manière dont des unités conceptuelles (introduction, conclusion, etc.) sont organisées dans l'espace du document, mais sa signification. Par conséquent, les concepts ne sont pas localisés dans l'espace documentaire.

Ce niveau correspond à celui habituellement endossé par les réseaux sémantiques de la représentation des connaissances. Le problème auquel on se confronte habituellement est de savoir dans quelle mesure ce niveau logico-conceptuel peut représenter la sémantique et la signification véhiculées par les deux niveaux précédents. Autrement dit, la sémantique des formes matérielles et de la structure logico-physique peut-elle être représentée conceptuellement ? De nombreux auteurs l'affirment ou le sous-entendent [Nanard and Nanard, 1995].

¹¹La bibliographie est immense, mais on pourra consulter avec profit [Chahuneau, 1997, Bray and Sperberg-McQueen, 1997, Bray and DeRose, 1997].

La numérisation de la structure du document s'effectue par un marquage ou un enrichissement du contenu du document permettant d'associer aux éléments composant sa mise en forme une information « logique » indiquant la structure associée, son niveau hiérarchique, son type conceptuel et sa portée dans le document. Ces informations sont des index, et leur élaboration relève de l'indexation, vers laquelle nous devons nous tourner à présent.

4 L'indexation des documents

4.1 Caractérisations générales

4.1.1 Indexation traditionnelle

L'indexation a pour principal objectif de rendre accessibles des informations, que l'on repère pour cela au moyen d'index. L'indexation est le processus selon lequel le contenu d'un document est analysé pour être ensuite reformulé dans une forme permettant d'accéder au contenu et de le manipuler. Le terme d'indexation qualifie à la fois le processus et son résultat. Une indexation est par conséquent la description d'un document effectuée dans la perspective d'une utilisation et exploitation données.

L'indexation repose traditionnellement sur deux étapes clairement distinguées :

- Une étape d'analyse conceptuelle : le contenu est analysé et interprété par un documentaliste pour définir les principaux concepts permettant de le caractériser.
- Une étape de reformulation documentaire : l'analyse conceptuelle permet au documentaliste de reformuler le contenu dans une forme permettant sa manipulation .

Ce dernier point est essentiel : la nature des index composant une indexation est déterminée par le type de manipulation visée sur le document. Classiquement, la principale exploitation considérée est la recherche d'information : savoir où est l'information recherchée et extraire du fonds documentaire les documents correspondants. L'indexation a donc deux finalités : d'une part elle doit être directement exploitable pour déterminer où est l'information recherchée, d'autre part elle doit permettre d'aller chercher cette information. Ainsi, dans une bibliothèque classique, chaque ouvrage est référencé par une catégorie déterminant son contenu, et une cote permettant de le situer sur une étagère donnée. Par ailleurs, des fiches rassemblent toutes les descriptions d'ouvrages : lorsqu'un lecteur réclame un ouvrage, le bibliothécaire consulte ses fiches pour déterminer quels ouvrages correspondent à la demande, et pour savoir sur quelles étagères les chercher. L'index a donc servi à déterminer l'information (les ouvrages) pertinente et à la localiser (les étagères). Les fiches sont conçues pour être facilement consultables par le bi-

bibliothécaire : l'indexation doit être elle-même manipulable pour permettre l'accès et la manipulation des contenus qu'elle référence.

4.1.2 Finesse et granularité d'indexation

La question habituelle à laquelle il faut répondre pour mener à bien une indexation est de savoir jusqu'à quel degré de finesse de description il faut conduire le processus. Cette finesse s'entend à deux niveaux : d'une part elle correspond à la richesse des concepts ou descripteurs mobilisés pour constituer une indexation ; d'autre part elle correspond à la granularité de la localisation des informations dans les documents décrits. Appelons la première acception la finesse de description, et la seconde la granularité de la description.

La finesse de description dépend de la fidélité avec laquelle il faut rendre compte du contenu des documents pour permettre de répondre adéquatement aux recherches d'information. Deux facteurs rentrent habituellement en ligne de compte : le répertoire conceptuel utilisé et la structure permettant d'articuler les index entre eux au sein d'une même indexation. C'est ainsi que la structure autorisée habituellement est l'articulation booléenne de concepts dans une requête. Le répertoire quant à lui renvoie au système de catégorisation utilisé.

La granularité de description dépend de la manipulabilité de l'information contenue dans les documents. Pour un ensemble de contenus, appelons unité de manipulation la plus petite entité directement accessible et manipulable. Par exemple, l'unité de manipulation d'un texte est le caractère, d'une image, le pixel, etc. L'intérêt d'une telle notion pour l'indexation est qu'il ne sert à rien de localiser une information plus précisément que l'unité de manipulation qui la contient. En effet, cette dernière étant la plus petite entité directement accessible et manipulable, il ne sert à rien de savoir où dans une unité se situe l'information recherchée puisqu'on ne pourra pas exploiter cette information de localisation dans le système d'accès au contenu. C'est pourquoi, dans la plupart des systèmes documentaires habituels, comme les bibliothèques classiques, l'unité de manipulation étant le livre, l'indexation effectuée, quelle que soit sa finesse conceptuelle et structurelle, ne possède jamais une granularité inférieure à celle du document : la bibliothèque, comme système de recherche d'information, ne manipule physiquement que des livres, et non des pages par exemple. Ainsi il est inutile, pour le bibliothécaire, de savoir que telle information se situe à telle ou telle page d'un livre, car de toutes manières, si c'est cette information qui est recherchée, c'est le livre en son entier qu'il faut sortir des rayonnages. Localiser l'information en termes de pages et non en termes de livres n'a d'intérêt que si on peut manipuler les pages indépendamment des livres. Evidemment, le point de vue du lecteur est différent de celui du bibliothécaire : le système documentaire n'est plus, pour le lecteur la bibliothèque, mais le livre, au sein duquel il doit localiser l'information. L'unité de manipulation devient alors la page : la structure du codex permet en effet un accès direct (accès aléatoire) à une page donnée arbitrairement. Le lecteur n'a alors plus affaire à un bibliothécaire assurant la médiation entre sa recherche et le fonds disponible, mais à des outils

de navigation et de consultation comme la table des matières et les index. En associant ces outils au livre, ce dernier devient une base documentaire auto-décrite. Le lecteur peut alors assumer le double rôle de bibliothécaire et de lecteur.

4.2 Les conséquences de l'informatisation

4.2.1 Granularité et informatisation

L'indexation connaît une mutation profonde du fait de l'informatisation massive des contenus. Cette informatisation peut avoir une portée plus ou moins profonde, ou engendrer plus ou moins de problèmes fondamentaux selon la manière dont elle est menée. Il faut distinguer deux approches : la numérisation de la forme physique de restitution, et la numérisation de la forme sémiotique de restitution.

La numérisation de la forme physique correspond au fait que la forme sous laquelle le contenu apparaît est discrétisée. Les unités discrètes obtenues par la numérisation sont arbitraires par rapport au sens véhiculé par le document : il n'y a pas de lien direct entre d'une part l'interprétation du document et d'autre part la nature et la valeur des unités discrètes. Par lien direct, il faut entendre deux choses : d'une part, l'interprétation du document ne permet pas de déduire la nature et la valeur de l'unité discrète, d'autre part l'altération de l'unité discrète n'altère pas l'interprétation du document. Ainsi, il n'existe pas de liens réguliers et stabilisés, même arbitraires, entre la forme discrétisée et son interprétation.

La numérisation de la forme sémiotique correspond au fait que les unités discrètes obtenues entretiennent un lien avec l'interprétation du contenu. Ce lien peut être arbitraire, au sens où le signifiant linguistique est arbitraire, mais il est systématique : modifier une unité discrète modifie le sens. Ainsi, l'alphabet et les caractères sont des unités discrètes composant la forme écrite. Bien que possédant un lien arbitraire au sens, l'altération d'un caractère modifie le sens d'un document.

La numérisation de la forme sémiotique est une discrétisation s'appliquant sur ce qui fait signe dans un contenu : altérer les unités discrètes modifie la signifiante du document. Une telle numérisation repose sur le fait qu'une sémiotisation a déjà été faite et a été fixée, inscrite sur le support. En effet, il faut qu'il y ait eu une définition des signes composant le document pour que la numérisation puisse produire des unités discrètes coïncidant avec ces signes. L'histoire de l'écriture nous apprend que telle est son rôle : elle a contribué à établir et fixer un répertoire de signes dont la combinatoire permet de produire la presque totalité des formes signifiantes linguistiques. De cette manière, on comprend que l'alphabétisation (le processus établissant une écriture alphabétique) est une sorte de numérisation, que la numérisation actuelle reconduit en apportant en plus la manipulation calculatoire. Réciproquement, on peut supposer que la numérisation des contenus puisse avoir un impact sur la détermination de formes signifiantes élémentaires, de signes à la base de la constitution des contenus. Autrement dit, la numérisation

des contenus, en inscrivant dans le système technique les unités discrètes obtenues, contribue à voir en elles les signes alphabétiques à la base de l'écriture des contenus.

En anticipant sur les aspects multimédias que nous développerons ci-après, nous pouvons reprendre comme exemple les normes de compression et de numérisation MPEG. MPEG-1 et 2 sont des normes opérant au niveau du pixel et exploitant la redondance de l'information associée à chaque pixel. Cette information est une information physique de luminance et chrominance sans lien direct avec l'interprétation. L'interprétation ne dégage jamais, dans sa sémiotisation, le pixel comme signe support du sens. En revanche, la norme MPEG-4 analyse le flux audiovisuel comme un ensemble d'objets reliés et articulés par des relations spatio-temporelles. Or, la caractérisation des objets se fait sur la base d'un point de vue selon lequel telle ou telle partie du contenu fait sens. Par exemple, pour des raisons liées à l'économie de la production, on considérera que le fond d'écran de télévision est un objet, distinct des autres, parce qu'il est construit de manière spécifique et, étant peu variable dans une émission, il peut être transmis seulement à intervalles espacés. Ces objets sont donc des signes pour un point de vue donné. Par conséquent, la segmentation en objets MPEG-4 du flux audiovisuel prescrit a priori une sémiotisation en signes porteurs d'un sens possible. Rien n'empêche lors de la consultation de vouloir interpréter différemment le contenu et d'y voir une autre sémiotisation ; mais le spectateur doit négocier avec cette prescription avant toute chose, car la réception qu'il en a est conditionnée par elle (par exemple, les objets MPEG-4 sont interactifs – au sens de cliquables – si bien que le spectateur est amené lui-aussi à les considérer comme des objets à part entière).

L'audiovisuel a d'abord connu une numérisation de la forme physique et non de sa forme sémiotique. La raison en est qu'il n'existe pas de systèmes de signes audiovisuels, stabilisés et normés culturellement, à partir desquels les contenus sont constitués. Il n'est donc pas possible d'établir des unités discrètes coïncidant avec des unités signifiantes dans la mesure où ce qui fait signe peut constamment changer dans l'image selon le point de vue adopté, sans que des régularités se dégagent. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

La numérisation, qu'elle soit de la forme physique ou de la forme sémiotique, apporte dans les deux cas la possibilité de définir autant de niveaux de granularité pour les unités de manipulation que nécessaire. Par conséquent, toute unité repérable comme étant signifiante, faisant sens pour un point de vue donné, peut être manipulée en tant que telle et extraite pour être exploitée indépendamment du contenu dont elle est issue. Cette possibilité accroît considérablement la complexité de l'indexation : alors que dans le cas classique, l'unité de manipulation est implicitement déterminée par le système (le livre ou le document), la numérisation implique qu'il est nécessaire de préciser explicitement la partie du document correspondant à l'information recherchée.

Les index ne sont plus seulement structurés en fonction des relations logiques et conceptuelles entre les descripteurs qu'ils mobilisent, mais en fonction des re-

lations unissant les parties décrites d'un contenu. Ainsi, l'index ne dira pas seulement qu'un document parle de l'apprentissage des langues (l'index étant structuré par le concept d'apprentissage, relié par une relation `a_pour_objet` au concept de langue), mais par exemple que la partie évoquant l'apprentissage du latin est incluse dans celle traitant des langues mortes.

Cette possibilité a eu pour conséquence, bien connue, de pouvoir repérer un contenu en le marquant par des balises insérées dans le document : un segment indexé est un segment compris entre une balise ouvrante et une balise fermante, le libellé de la balise permettant de qualifier le contenu.

```
< Introduction>
Ceci est un segment de texte
< /Introduction>
< chapitre>
Ceci est un autre segment
< paragraphe> encore un autre segment < /paragraphe >
< /chapitre>
```

FIGURE 5.2 – Balises et détermination d'unités de manipulation.

Cette possibilité permet d'envisager de manipuler directement le segment indexé à travers la manipulation des balises associées : les balises, posées par l'indexeur possèdent une syntaxe et une sémantique claires puisqu'elles sont créées par l'indexeur en vue de l'exploitation du contenu. Par exemple, il est possible d'extraire toutes les introductions d'une collection pour constituer une anthologie simplement en repérant les segments textuels compris, dans chaque document, entre la balise ouvrante `<introduction>` et la balise fermante `< /introduction >`. Par le jeu des balises, toute unité de sémiotisation peut devenir une unité de manipulation.

La documentation en son ensemble subit donc une évolution fondamentale puisque la seule limite désormais à la pose d'index réside dans la capacité à repérer des unités de sens.

4.2.2 Indexation par le contenu

Si l'informatisation permet de redéfinir à volonté les unités de manipulation d'un document et d'articuler l'indexation du contenu sur la structure documentaire de ce dernier, l'informatisation a ouvert d'autres possibilités qui ont renouvelé également les travaux sur l'indexation. En effet, traditionnellement, comme nous l'avons vu plus haut, le contenu documentaire s'indexe par des concepts exprimés linguistiquement dans un vocabulaire ou langage contrôlé. Le support numérique permettant de manipuler n'importe quelle représentation binaire, il n'est plus nécessaire de se restreindre à des index de nature linguistique. C'est ainsi que depuis de nombreuses années on étudie la possibilité de recourir à des index non linguistiques, par exemple des images ou des sons. La question est alors de savoir si l'on peut

indexer un contenu documentaire par de l'image ou du son, en suivant l'intuition selon laquelle il serait plus naturel d'indexer de l'image par de l'image plutôt que par du texte.

Cette intuition se fonde sur une analogie avec la recherche d'information textuelle. En effet, le propre d'un texte est d'être composé de chaînes de caractères séparées par des blancs, correspondant peu ou prou à des mots. Cette propriété, anodine en apparence, est riche de conséquences. En effet, les mots possèdent la propriété d'avoir une signification hors contexte prescrite par le système fonctionnel de la langue, et de posséder un sens en contexte qui correspond plus ou moins au sens hors contexte. Par conséquent, en composant une requête de mots hors contexte, pour retrouver des segments textuels les utilisant (par une simple comparaison des chaînes de caractères séparées par des blancs avec les unités de la requête), on obtient des parties du document qui ont potentiellement un lien avec la requête. C'est la base de la recherche en texte intégral. Ce schéma fondamental doit être évidemment amélioré pour pallier ses déficiences bien connues : puisqu'un mot en contexte ne signifie pas toujours la même chose que hors contexte (en fait dans le contexte d'une requête), on récupère des segments sans lien avec la requête, c'est le bruit ; puisqu'un mot peut avoir une signification exprimée par d'autres expressions linguistiques, on ne récupère pas les segments contenant ces expressions alors qu'il le faudrait, c'est le silence.

En évoquant une indexation par le contenu, on envisage ainsi deux choses :

- Le fait que l'on dispose d'une requête sous la forme d'un son ou d'une image permet de retrouver des documents similaires au sens d'une distance entre images ou sons ; il s'agit alors d'une recherche d'information par similarité.
- Le fait que l'on puisse indexer un contenu documentaire par des index de nature imagée ou sonore.

Nous argumentons que si le premier cas renvoie à une possibilité effective mais peu utile, la seconde est impossible. Pour le dire rapidement, les descripteurs de l'indexation par le contenu ne sont pas des index au sens propre du terme. Il n'est donc pas correct de parler d'indexation par le contenu, mais simplement de recherche par similarité. Pour le comprendre, il faut revenir à la nature sémiotique de l'image et du son.

En effet, l'interprétation des images ne s'effectue pas selon le même régime que l'interprétation linguistique. Il convient par conséquent de préciser la nature sémiotique des images pour mieux appréhender les difficultés inhérentes à son indexation. Très grossièrement, il convient de distinguer au moins 3 registres sémiotiques principaux :

- Les images proprement dites, résultant d'une saisie du réel, comme par exemple à travers une photographie ;
- Les schémas ;
- Les concepts.

Les images sont des représentations analogiques du réel. A ce titre, ce sont des signes, en reprenant l'antique caractérisation du signe comme *aliquid stat pro aliquo*. Mais c'est un signe qui renvoie à ce qu'il signifie en le montrant à travers une forme perceptive analogue. C'est pourquoi on peut parler de « signe qui montre » pour les images. Les concepts sont des représentations arbitraires du réel : le lien qui unit un signe à ce qu'il signifie est arbitraire et conventionnel. On peut parler de « signe qui dit » pour caractériser ce type de signe. Enfin les schémas sont des signes qui révèlent par une forme perceptive le contenu d'un concept : un dessin vaut mieux qu'un long discours, comme l'évoque un célèbre adage. Dans ce cas, le schéma est le « signe qui révèle ».

Le schéma montre dans un rapport analogique une réalité dont la complexité est réduite de manière à montrer perceptivement le contenu du concept. Le schéma montre dans l'espace et le temps de la vision la signification du concept. Il n'en est pas seulement l'explicitation ou l'explication, mais il constitue le seul accès cognitif possible au contenu du concept. En particulier, les concepts dont le contenu est de type spatial ne peuvent être décrits linguistiquement et il est nécessaire de révéler leur contenu à travers une monstration spatiale. Le schéma ne se surajoute pas à une présentation ou explicitation linguistique préexistante qui livrerait le contenu et l'explication du concept, il en est la clef d'accès.

La principale difficulté, présentée par l'image ou par tout signe qui montre, est que l'image montre sans préciser ce qu'elle montre. L'image ne prescrit pas par elle-même une signification. Cela est abondamment illustré par la production télévisuelle où de mêmes images sont réutilisées dans des contextes différents et pour soutenir ou illustrer des significations différentes. C'est ainsi que l'image utilisée pour montrer la pollution pétrolière pendant la guerre du Golfe n'était pas une image filmée lors de ce conflit, mais l'image d'un cormoran mazouté de la marée noire provoquée par le naufrage de l'Amoco Cadiz dans les années 70.

Il en est tout autrement pour les concepts. Les concepts s'expriment par des mots empruntés à la langue et ils en héritent les propriétés de systématisme. La langue comme système est une conception linguistique théorisée par Saussure dans son *Cours de linguistique générale* [Saussure, 1985]. Saussure pose que chaque unité linguistique signifie en fonction des identités et des différences qu'elle entretient avec les autres unités linguistiques, en particulier celles qui lui sont les plus proches dans la langue. La signification linguistique est donc différentielle : c'est la différence avec les voisins en langue qui constitue la signification d'un terme.

« dans l'intérieur d'une même langue, tous les mots qui expriment des idées voisines se limitent réciproquement : des synonymes comme redouter, craindre, avoir peur n'ont de valeur propre que par leur opposition ; si redouter n'existait pas, tout son contenu irait à ses concurrents. »

La langue se présente donc comme un système où chaque unité voit sa signification déterminée en fonction de sa position dans le système. Toute modification d'une unité modifie en conséquence les autres et reconfigure leur signification :

« Quand on dit qu'elles (les valeurs) correspondent à des concepts, on sous-entend que ceux-ci sont purement différentiels, définis non pas positivement par leur contenu, mais négativement par leurs rapports avec les autres termes du système. Leur plus exacte caractéristique est d'être ce que les autres ne sont pas. »

Le concept prescrit une signification car il appartient à un système d'oppositions et de différences qui lui donne hors contexte un contenu. La situation est donc très différente des images et des sons. Il n'existe pas de système fonctionnel pour les images et les sons, c'est-à-dire de système permettant de prescrire a priori une signification à une image ou à l'un de ses segments. C'est pourquoi il faut soigneusement distinguer les descripteurs d'une image ou d'un son des index permettant de les qualifier :

- Un descripteur est une information extraite d'un document ou d'un contenu par des moyens automatiques. L'information associée à un descripteur est donc proche du contenu physique du document.
- Un index est une position ou une valeur donnée dans un système d'interprétation associé à l'exploitation d'un ensemble de documents, i.e. un fonds documentaire.

Un descripteur n'est pas un index dans la mesure où deux descripteurs possédant une information distincte ne renvoient pas nécessairement à deux interprétations différentes, c'est-à-dire à deux index différents. Par exemple, si l'information extraite est un histogramme de couleur, une différence entre deux histogrammes n'impliquent pas qu'il faille considérer différemment les images dont ils sont extraits. Le problème est que les descripteurs sont des informations extraites, mais pas catégorisées. Ils ne réduisent pas la complexité du réel comme permet de le faire un système conceptuel. En revanche, deux index ou concepts différents correspondent à deux usages ou exploitations distinctes du contenu. Les concepts catégorisent les contenus documentaires. Le schéma 5.3 résume l'argument en illustrant que les descripteurs sont de l'information pré-catégorisée et les index de l'information catégorisée. Autrement dit, si l'indexation a pour fonction d'appliquer un système de catégories sur un fonds documentaire pour en permettre l'exploitation, la description par le contenu n'est pas une indexation.

La pratique documentaire confirme cette analyse. Dans le monde audiovisuel, les contenus sont accompagnés tout au long de leur cycle de vie de documents textuels leur prescrivant une signification. Puisque les documents audiovisuels ne peuvent signifier par eux-mêmes, ils sont plongés dès leur conception dans un univers textuel qui construit le sens dont ils seront la manifestation audiovisuelle. C'est ainsi que lettres d'intention, projets, scripts, conducteurs, notes de montage, etc., entourent l'objet audiovisuel et en catégorisent le contenu. Lors de sa diffusion, les guides de programme et les journaux de programmes de télévision (e.g. Télérama) construisent un sens a priori pour le téléspectateur. Finalement, l'archivage documente les contenus pour leur associer une signification permettant de les retrouver et de les utiliser.



FIGURE 5.3 – Iconicité de l'image : cette image montre quelque chose que l'on voit et reconnaît, mais que représente-t-elle ? une tempête, un attentat, une émeute ?

4.3 Indexation : trois types et trois aspects

Il est temps à présent de résumer nos propos sur l'indexation. Depuis sa tradition documentaire jusqu'à sa mutation entraînée par le numérique, on peut distinguer trois grands types d'indexation :

L'indexation conceptuelle ; Le contenu est qualifié par un concept qui décrit ce dont traite le document. On dit en général que l'indexation conceptuelle est thématique. Les concepts appartiennent à des systèmes dont l'organisation est plus ou moins explicite, allant de simples index (au sens de liste de termes), à des ontologies en passant par des thésaurus ou des terminologies. L'organisation est toujours de nature linguistique ou logique : elle ne traduit pas comment sont articulés les segments décrits par les concepts, mais les relations logiques entre les concepts les indexant. L'information décrite est par exemple de savoir que, dans tel segment on voit *John Wayne*, que *John Wayne est un acteur*, et qu'*un acteur est un être humain*. Ces informations qualifient ce qui est dénoté ou remarqué dans le segment indexé et permettent de la catégoriser : le segment est typé de manière ontologique. En revanche, on ne dit rien sur les relations structurelles entre les segments : par exemple, si on voit John Wayne dans un segment, alors dans le segment précédent ou suivant on doit voir telle ou telle chose. C'est l'indexation structurelle qui explicitera ce type d'information.

De nombreux travaux portent à présent sur les possibilités d'utiliser les ressources de l'intelligence artificielle et de la représentation des connaissances pour profiter des outils d'inférence dans le cadre de l'indexation.

L'indexation structurelle ; Les index ont pour fonction de décrire comment sont reliés entre eux les segments indexés. L'indexation structurelle porte donc sur la mise en forme du document et sa structure. Elle insiste particulièrement

sur la manière d'articuler la qualification et la localisation. Ainsi, l'indexation structurelle permet d'exprimer que telle information corrélée à un segment (John Wayne) est associée à telle autre information dans un segment possédant une relation structurelle particulière avec le premier (le segment juste avant, juste après, etc.).

L'indexation par le contenu ; Comme on l'a vu, cette dénomination est impropre, il conviendrait de parler de description par le contenu. Il s'agit d'extraire une information, une signature, permettant d'associer un contenu documentaire similaire au sens d'une métrique donnée. La métrique et la similarité peuvent prétendre à constituer une indexation si, et seulement si, elles sont capables d'offrir une catégorisation (par exemple, le contenu du concept « triste » correspond à un cluster constitué par similarité de contenus). Mais on sait que le problème de la catégorisation dépasse largement celui de l'indexation pour renvoyer à des questions passionnantes mais non résolues de sciences cognitives.

Par ailleurs, l'indexation se décompose en trois étapes importantes qui retracent les fonctions que l'on assigne à une indexation [Auffret, 2000] :

Une étape de localisation : il s'agit de caractériser une zone d'intérêt dans le document. Grossièrement, il faut savoir où on parle de quelque chose d'intéressant dans le document. La localisation situe l'information recherchée en termes d'unités de manipulation : la zone d'intérêt est déterminée en fonction de ce qui est manipulable au sein du système documentaire. Selon le cas, la localisation peut être le document dans son ensemble (e.g. le livre), ou bien n'importe quelle unité arbitraire adressable dans un système numérique. La localisation renvoie donc directement à la granularité de description.

Une étape de qualification : il s'agit de caractériser l'information contenue dans le document du point de vue de l'interprétation qu'elle possède pour une recherche d'information. Grossièrement, il faut savoir de quoi ça parle pour établir le lien avec ce que l'on cherche. La qualification repose sur l'indexation conceptuelle et se caractérise par la finesse choisie de description.

Une étape de structuration : les index, qualifiés et localisés, sont agencés et articulés entre eux. Cette articulation permet de croiser qualification et localisation au sein de structures d'index. La structuration repose donc sur l'indexation structurelle.

Ces trois étapes sont intimement liées et se font plus ou moins simultanément, car elles sont mutuellement dépendantes les unes des autres : pour localiser, il faut savoir de quoi l'on veut parler et, pour savoir de quoi on veut parler, il faut déterminer où on en parle. L'indexation est par conséquent la production d'une description documentaire paraphrasant le contenu en index localisés et structurés.

L'indexation est par conséquent une interprétation du contenu. De manière fondamentale, l'indexation établit en quoi un document ou un objet est signifiant,

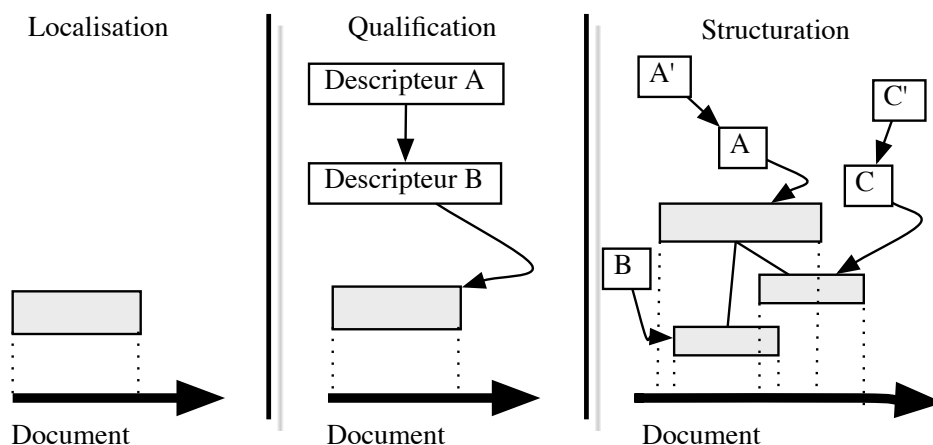


FIGURE 5.4 – Les trois étapes de l'indexation. Ces trois étapes sont davantage logiques que chronologiques : pour localiser un segment, il faut déterminer en quoi il est digne d'intérêt et donc le qualifier. Réciproquement, le qualifier, c'est d'abord le repérer pour le catégoriser. Localisation et qualification s'effectuent dans un système de structuration, où les concepts sont conceptuellement organisés et les segments indexés structurellement reliés.

fait signe, pour une recherche d'information ou une autre exploitation. Etablissant la signifiante du document, l'indexation le sémiotise : littéralement, elle en fait un signe qui signifie pour son lecteur. En comprenant l'indexation comme une sémiotisation, c'est-à-dire un processus interprétatif tirant ses déterminations de la sémantique, on peut en déduire des conséquences confirmées par la pratique professionnelle :

- L'indexation n'est pas universelle, au sens où elle serait unique et valable une fois pour toutes. Comme toute interprétation, elle est située dans un contexte qui en fixe les limites de pertinence. Il n'y a pas une objectivité documentaire permettant d'établir une indexation universelle, mais des points de vue interprétatifs plus ou moins stables et établis.
- L'indexation n'est pas définitive : conséquence du point précédent, une indexation n'est jamais terminée. De la même manière qu'il est toujours possible de reprendre une interprétation, de la modifier, de la compléter, de la reformuler, une indexation est toujours bornée par un contexte et un acte interprétatif finis et limités qui laissent la possibilité de reprendre à nouveaux frais l'indexation.

L'indexation hérite de l'interprétation son caractère holiste, où le contexte global détermine le local. Comme le souligne F. Rastier [Rastier et al., 1994], déterminer la signifiante d'un document, c'est-à-dire ce qui fait signe et comment, n'est pas un donné du document, mais le résultat d'une interprétation. L'établissement des signes est le résultat et non la condition du parcours interprétatif. Par conséquent,

l'indexation comme sémiotisation n'est pas un processus qui décrit ce qui est dans un document, ou ce qui est donné avec lui, mais elle constitue une interprétation qui ajoute au document et l'enrichit. Elle est donc relative et amendable. Au lieu de décrire une réalité intrinsèque au document qui lui est immanente, elle apporte une interprétation extrinsèque, qui lui est transcendante. Extrinsèque ne veut pas dire arbitraire, gratuit ou aléatoire : l'indexation est une interprétation qui est motivée par le document indexé, fondée en lui, mais sans avoir de rapport de nécessité logique ou déductive avec lui.

5 L'indexation des documents hypermédias

Le numérique permet d'envisager des documents multimédias, c'est-à-dire mobilisant des formes sémiotiques de restitution différentes. Comme dans le cas du texte, le numérique permet de considérer autant d'unités de sémiotisation que nécessaire. Le multimédia introduit deux innovations essentielles qui modifient considérablement la problématique de l'indexation : la prise en compte des objets temporels et celles des hyperdocuments.

5.1 Les objets temporels

Les objets temporels sont des contenus dont la forme sémiotique de restitution est temporelle ou dynamique. Ce sont par conséquent des objets qui prescrivent l'ordre et le rythme de la lecture, par opposition aux documents aux formes sémiotiques de restitution spatiale qui n'imposent ni ordre ni rythme de lecture, même si elles les suggèrent. Les objets temporels possèdent une durée qui est constitutive : il est impossible de les considérer globalement dans un seul instant ; ils sont par essence des contenus pour lesquels il faut un temps donné précis pour les consulter. Les objets temporels posent classiquement de nombreux problèmes à l'indexation qui sont principalement liés à leur temporalité et leur caractère non alphabétique. Dans un contexte technologique numérique, ces problèmes peuvent être levés mais de nombreuses difficultés doivent alors être résolues.

Dans un contexte analogique, les systèmes de lecture sont des dispositifs physiques ayant pour fonction de restituer la forme temporelle du document à partir de son enregistrement spatial codé. Ces dispositifs sont dédiés, c'est-à-dire qu'ils sont spécialement conçus pour reconstruire la linéarité temporelle de la lecture. Cela a pour conséquence d'interdire quasiment l'accès direct ou aléatoire à une partie quelconque du document indépendamment du reste. Les quelques outils qui le permettent restent d'un maniement malaisé et garantissent rarement l'exactitude requise, comme par exemple le magnétoscope.

Par ailleurs, la forme temporelle des documents ne se prête pas à une lecture rapide, un parcours du document en le feuilletant comme nous sommes accoutumés à le faire pour les documents papiers. L'accès à l'information doit donc passer soit

par une lecture entière du document, jusqu'à ce qu'on rencontre l'information recherchée, soit par son repérage explicite, permettant de la localiser sur l'enregistrement pour y accéder directement¹². Mais le repérage explicite retombe sur le problème du caractère non alphabétique des images. En effet, puisque les images montrent sans signifier, il faut expliciter dans un registre de type linguistique l'information recherchée et lui associer une localisation dans le document. Mais dans ce dernier cas, on retombe sur le problème précédent d'un accès direct techniquement malaisé¹³.

Le numérique permet de réviser la perspective de l'indexation en offrant de multiples possibilités. En effet, le numérique intervient, concernant les objets temporels, à deux niveaux :

La numérisation, qui consiste à discrétiser les contenus en un format numérique, et à leur appliquer des traitements (compression, protection, etc.) et analyses (détection, extraction de descripteurs, etc.) ;

L'informatisation, qui consiste à intégrer les contenus temporels dans un système d'information pour l'échange et l'exploitation. Plus récente que la numérisation, l'informatisation est responsable de la révolution numérique dont on parle tant depuis quelques années.

Alors que le problème clef de la numérisation est la transformation du contenu, en appliquant des techniques issues du traitement du signal, de la reconnaissance des formes, et plus généralement des mathématiques appliquées, celui de l'informatisation est l'échange et la manipulation du contenu, en appliquant des techniques issues du génie documentaire, du génie logiciel, et plus généralement de l'informatique symbolique. Pour la numérisation, le contenu est un objet physique (la lumière encodée dans les pixels, une onde sonore) que l'on traite par des mathématiques du continu opérationnalisées par le calcul numérique ; pour l'informatisation le contenu est une information, un objet informatique que l'on traite par des processus symboliques. C'est essentiellement l'informatisation qui modifie

¹²Ces difficultés ont longtemps empêché l'audiovisuel d'être un medium de connaissances : l'art étant assumé par le cinéma, l'information et le débat par la radio, il restait l'*idiotvisuel* à la télévision [Denel, 1998]. Le numérique pourrait permettre de modifier les contraintes imposées à la consultation des contenus audiovisuels et de revoir le statut de ce médium : voir encadré 5.2.

¹³Il faut cependant tempérer les arguments fondés sur l'iconicité de l'image et le caractère non-alphabétique qui en découle. En effet, l'audiovisuel, comme son nom l'indique, unit images et sons. Ces sons, quand ils correspondent à de la parole, permettent de conférer une interprétation aux images, de manière plus ou moins directe. Si bien que bien des problèmes d'interprétation de l'image ne se posent plus tels quels pour l'interprétation de l'audiovisuel car la parole entendue dans la bande sonore constitue parfois une indexation de ce qui est vu (comme par exemple dans les documentaires). En revanche, la temporalité demeure et constitue un obstacle à l'interprétation des contenus audiovisuels. La spatialisation que permet le numérique ouvre des perspectives, mais au prix d'une transformation de la réception esthétique du contenu : il ne s'agit plus d'une consultation linéaire où la signification et les effets de sens et d'esthétique proviennent de la succession temporelle, mais il s'agit désormais d'une navigation spatiale localement temporelle (consultation des segments résultant de la délinéarisation du contenu, dans l'ordre arbitraire choisi par l'utilisateur) où la signification procède d'un parcours construit par le lecteur et non imposé à lui.

la perspective de l'indexation pour les objets audiovisuels. Ces modifications sont les suivantes :

Intégration de la documentation et de la chaîne documentaire ; la documentation, dans un contexte analogique, est nécessairement sur un autre support que l'objet temporel, dont le support est dédié au codage de l'enregistrement du contenu. Par ailleurs, l'objet temporel étant un objet techniquement et éditorialement complexe se produit en plusieurs étapes distinctes possédant chacune leur propre documentation : production (scripts, storyboard, etc.), diffusion (magazines de télévision, conducteurs, etc.), conservation (notice documentaire). La documentation est donc éclatée sur différents supports selon les différentes étapes de son cycle de vie. Le numérique permet d'une part d'intégrer le document et la documentation sur un même support, et d'autre part de rassembler et d'échanger la documentation tout au long du cycle de vie. Le contenu se construit, s'échange, se diffuse, s'archive en emmenant avec lui sa documentation qui s'enrichit et s'adapte en fonction de son cycle de vie.

Alignement de la documentation ; dans un contexte analogique, la documentation, séparée du document, est difficilement couplée à ce dernier, comme on l'a dit. Cela implique en particulier que la structure de la documentation n'est pas articulée à la structure du document. Dans le contexte numérique où document et documentation sont réunis, les différentes parties de la documentation peuvent être alignées, référencées sur des segments du document.

Intégration des documents et de la documentation ; la documentation, intégrée et alignée au document, rassemble les informations permettant d'accéder et d'exploiter le contenu. La documentation est par conséquent une condition *sine qua non* de l'exploitabilité du contenu et ne peut en être séparée : la documentation, indissociable du contenu, devient une partie du document. C'est le célèbre slogan *metadata is data*. On connaît bien ce principe à présent que les contenus numériques se diffusent largement : l'information documentaire, présente sur la jaquette des cassettes musicales ou vidéos est désormais intégrée dans les DVDs sans laquelle ils sont difficilement consultables. Le format du DVD permet d'intégrer document et documentation.

En conclusion, la principale innovation apportée par le numérique est un fait simple mais fondamental : la coexistence sur un même support du contenu et des informations documentaires. Mais cette coexistence n'implique pas inclusion : si les métadonnées sont intégrées et alignées au contenu, elles ne sont pas incluses dans le contenu.

En effet, dans un document temporel numérique, les balises permettant de localiser un segment indexé ne sont plus dans le document lui-même, ce qui permettait de déterminer implicitement que le segment textuel indexé par deux balises correspond au texte qu'elles encadrent. Du fait qu'il s'agit d'un flux binaire temporel, les informations documentaires engendrées par l'indexation ne sont pas dans le document, mais dans une notice ou une description matérialisée en une structure numérique distincte du document indexé. Il se pose alors le problème de faire l'ar-

ENCADRÉ 5.2 – Audiovisuel et connaissance : le numérique comme instrument du rapprochement ?

La forme audiovisuelle ne se prête pas au travail analytique de la connaissance : la forme temporelle impose le rythme de lecture et interdit au lecteur/spectateur/auditeur de prendre le temps de réfléchir à tel ou tel aspect, de revenir sur telle ou telle partie, de comparer tels et tels segments. Si *analyse* signifie étymologiquement « couper (lyse) en morceau de part en part (ana) », on s'aperçoit que forme temporelle et travail analytique sont antinomiques. De surcroît, le fait que l'audiovisuel soit un signe qui montre, et non un signe qui dit, c'est-à-dire un signe qui propose un objet de type perceptif et non de type symbolique et conceptuel, implique que les constructions imaginatives du spectateur sont court-circuitées par ce qu'il voit ou ce qu'il entend. L'École de Francfort [Adorno and Horkheimer, 1974] y a vu le principe d'une aliénation et d'une maîtrise des consciences par les industries culturelles (voir par exemple [Miège, 2000], [Mattelart and Mattelart, 1995] et [Bougnoux, 2001]).

Le numérique a pour tendance de décomposer un contenu en unités pour les recombinaison librement. Le numérique est donc par excellence l'instrument du travail analytique : il découpe et recombine. En numérisant la forme audiovisuelle, on rend possible une approche où le contenu peut faire l'objet d'une étude systématique et conceptuelle. Cependant, toutes les formes audiovisuelles ne se prêtent pas à une telle étude. En effet, le numérique, en décomposant, spatialise le contenu en unités multiples entre lesquelles naviguer : le numérique détemporalise le contenu. Il annule donc la forme esthétique (au sens de réception ou intuition par les sens) temporelle pour la transformer en navigation spatiale. Les objets audiovisuels artistiques ne pourront accepter ce traitement que pour une critique, et non pour une consultation. En revanche, l'audiovisuel est largement utilisé dans les communautés scientifiques comme matériaux expérimentaux primaires : films ethnographiques, anthropologiques, psychologiques, ergonomiques, etc. ; les scientifiques de ces disciplines ont besoin d'outils d'analyse pour travailler ces contenus et les exploiter pour leurs constructions théoriques. Les pédagogues peuvent plus aisément introduire l'audiovisuel dans le travail de transmission des connaissances : ils maîtrisent le processus temporel grâce aux découpages numériques, sans devoir s'en remettre au flux continu^a

Le numérique permet donc à l'audiovisuel de devenir un médium de connaissance.

^aA l'INA, nous avons personnellement lancé plusieurs projets explorant les possibilités du numérique dans les contextes scientifiques et pédagogiques : OPALES, <http://opales.ina.fr> [Betaille et al., 2001, Nanard et al., 2001, Nanard et al., 2002, Courounet and Consortium-OPALES, 2003], propose des outils collaboratifs pour annoter et segmenter un corpus de vidéos anthropologiques. CHAPERON [Bachimont et al., 2002a, Bachimont et al., 2002b] propose une base de ressources multimédias pour les reformater dynamiquement en fonction de structures documentaires prédéfinies dans un cadre pédagogique, d'une part celui de l'Association pour l'Enseignement des Assurances et de l'ICEP Franche-Comté, d'autre part celui d'INA-Formation. Ces projets sont soutenus par le réseau RIAM <http://www.cnc.fr/riam>.

ticulation entre le document indexé et son indexation de manière explicite, et de permettre une localisation spatio-temporelle des segments indexés

Cela entraîne quelques difficultés. L'ordre de la description ne coïncide pas nécessairement avec l'ordre du décrit : l'ordre dans lequel se succèdent les descriptions documentaires ne correspond pas nécessairement à l'ordre dans lequel se succèdent les segments documentaires décrits. Par exemple, dans la figure suivante, la description documentaire commence par la celle d'un morceau d'anthologie qui succède dans le document à des segments qui ne sont décrits qu'après lui. Par ailleurs, il faut adopter des méthodes de référencement du contenu tant dans l'espace que dans le temps.

Pour toute indexation d'un document temporel, il faudra par conséquent adopter un format permettant d'une part d'exprimer une localisation et d'autre part de l'articuler effectivement au contenu. Ce sera notamment repris par des normes comme MPEG-7 que nous présenterons brièvement à titre d'exemple.

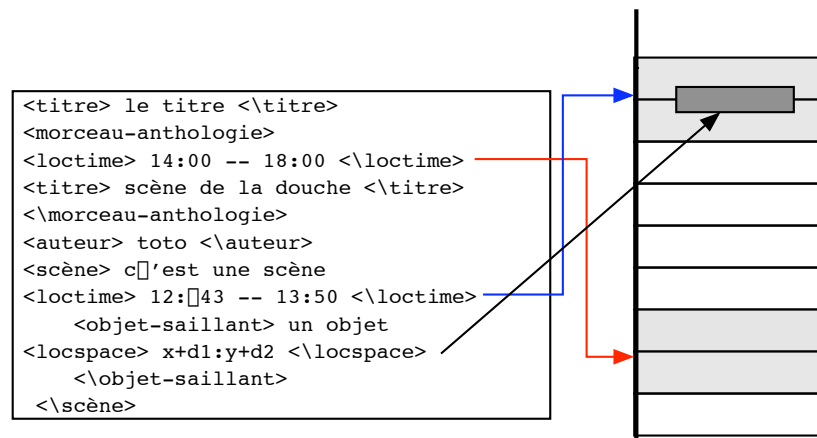


FIGURE 5.5 – Indexer un objet temporel : l'information documentaire n'est pas dans le document, et son organisation n'est pas celle du document décrit ; l'ordre de la description n'est pas celui du décrit.

5.2 Un cahier des charges pour l'indexation multimédia

Face à ces transformations induites par le numérique et aux difficultés soulevées, une indexation multimédia et hypermédia doit par conséquent proposer des solutions aux différents problèmes suivants :

- Gérer des contenus possédant différentes formes sémiotiques, en particulier les formes sémiotiques temporelles ;
- Permettre de représenter une information qualifiant le contenu ; cette information peut être de différents formats et niveaux d'abstraction : descripteurs linguistiques constituant des index, descripteurs physiques, descripteurs ico-

- niques, etc. ;
- Articuler l'information qualifiant le contenu au contenu lui-même : il doit être possible de repérer n'importe quelle partie d'un hypermédia (segment d'un texte, segment spatio-temporel d'une vidéo, d'un son, fragment hypermédia d'un hypermédia) ;
- Articuler la structure de l'information décrite à celle de l'information décrivant : comment articuler la structure de la description à la structure spatio temporelle d'une vidéo ?

Ces points ne sont actuellement traités tous ensemble par aucun outil ou formalisme. Cependant, de nombreux travaux sont en cours qui permettent d'envisager des solutions prometteuses. Nous concluons ce chapitre avec un exemple représentatif : MPEG-7.

5.3 MPEG-7

MPEG est un comité d'expert (Motion Picture Experts Group¹⁴) qui s'est constitué pour proposer des normes technologiques pour l'audiovisuel et aujourd'hui l'hypermédia. Les travaux de ce comité ont essentiellement porté jusqu'à présent sur la compression des objets sonores et vidéos. Les normes MPEG-1, MPEG-2 et MPEG-4¹⁵ permettent de transmettre sur les réseaux des contenus audiovisuels dont le volume non compressé rendait cette opération impossible. MPEG-7 est la dernière née des normes MPEG, MPEG-21 étant en cours d'élaboration. Contrairement aux précédentes, MPEG-7 ne porte pas sur la compression mais sur la description des contenus. Avec MPEG-7, MPEG change de paradigme et élargit son horizon : il ne s'agit plus de numériser un signal et de le transformer, mais d'échanger les contenus en communiquant pour cela les descriptions documentaires permettant leur identification et exploitation. En reprenant les notions présentées plus haut, MPEG passe de la numérisation à l'informatisation.

MPEG-7¹⁶, de son nom complet *Multimedia Content Description Interface*, est une proposition de normalisation portant sur la description des contenus. Mais, au lieu de normaliser ce qu'il faut dire à propos d'un contenu, MPEG-7 porte sur la manière de le dire. MPEG-7 a donc pour ambition de permettre l'échange des métadonnées, mais non de prescrire leur nature. A ce titre, l'objectif de MPEG-7 est fort proche de XML, et on peut résumer lapidairement MPEG-7 comme le XML pour l'audiovisuel. A ce titre, MPEG-7, comme XML, ne traite pas des points suivants :

- MPEG-7 ne prescrit pas comment obtenir les métadonnées ;
- MPEG-7 ne prescrit pas comment utiliser les métadonnées ;

¹⁴<http://www.mpeg.org>

¹⁵Voir [Pereira and Ebrahimi, 2002] pour une introduction et une synthèse.

¹⁶Voir [Manjunath et al., 2002] pour une synthèse et [Salembier and Smith, 2001] pour une présentation de la description MPEG-7 des contenus multimédias, ainsi que le numéro spécial de *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* consacré à MPEG-7, dont est issu ce dernier article.

- MPEG-7 ne prescrit pas comment interpréter les métadonnées.

Autrement dit, MPEG-7 n'est pas une norme pour les outils d'extraction¹⁷ (obtenir les métadonnées), ni pour les moteurs de recherche¹⁸ (exploiter les métadonnées), ni enfin pour les ontologies¹⁹ (interpréter les métadonnées).

5.3.1 Structures de MPEG-7

MPEG-7 propose plusieurs structures d'information permettant d'exprimer les descriptions. Ces structures sont les suivantes :

Les notions, ou *features*, qui correspondent à tout ce que l'on peut avoir besoin d'exprimer pour décrire un contenu. On pourra avoir ainsi besoin de la notion d'auteur, de plan, de scène, de segment, etc., pour exprimer une description ;

Les descripteurs, ou *descriptors*, qui correspondent à la représentation formelle et informatique d'une feature ;

Les schémas de description, ou *schema description*, qui correspondent à des structures articulant entre eux différents descripteurs et d'autres schémas de description. D'une certaine manière, le schéma de description adapte au contexte de MPEG-7 la notion de DTD de XML ou de schéma de XML/schema.

Un métalangage, le DDL pour *Description Definition Language*, permettant de créer des descripteurs et des schémas de description. Le DDL est fondé sur XML-Schema qu'il étend quelque peu.

On appelle description la méta-information créée sur un contenu et exprimée en suivant la norme MPEG-7. MPEG-7 propose a priori des descripteurs et des schémas de base permettant d'exprimer de manière standard l'information documentaire. D'une certaine manière, MPEG-7 va au-delà de la simple spécification d'un méta langage en intégrant dans la norme des structures de base formatant la description. Pour reprendre un exemple issu du monde du texte, MPEG-7 intègre XML et la TEI qui est, comme on le sait, une DTD proposée à la communauté des chercheurs en sciences humaines pour exprimer et échanger leurs corpus textuels. Le cœur de MPEG-7 est donc constitué des différents schémas de base proposés. Ils se répartissent en fonction de la nature du média : on compte donc les schémas pour le son, la vidéo et le multimédia. Il reste bien sûr possible de déclarer de nouveaux schémas en fonction de ses propres besoins mais, ces nouveaux schémas n'appartenant pas à la norme bien qu'exprimés par son moyen, rien ne garantit que les informations formatées par ces schémas puissent être échangées et exploitées par d'autres utilisateurs : il faut pour cela d'une part transmettre la structure du schéma lui-même (comme il faut communiquer la DTD pour analyser un document SGML ou XML), et d'autre part transmettre la sémantique de cette structure

¹⁷Voir par exemple [Bimbo, 1999].

¹⁸Voir par exemple [Chakrabarti, 2002].

¹⁹Sur ce point, voir le chapitre précédent.

pour permettre son interprétation. En effet, l'intérêt d'utiliser les schémas exprimés dans la norme est que leur sémantique est définie dans les documents normatifs auxquels chacun a accès. Il est donc possible de réutiliser l'information transmise dans le format MPEG-7. A présent nous donnons quelques exemples de schémas de descriptions, renvoyant le lecteur aux documents normatifs pour plus de détails.

5.3.2 Les schémas pour le son

Les schémas pour l'audio sont conçus pour permettre d'exprimer des informations sur le signal sonore, telles que les outils actuels permettent de les extraire. Ces schémas portent sur :

- Les effets sonores ;
- La description du timbre des instruments. Le timbre correspondant à ce qui peut différer quand deux sons possèdent la même hauteur et la même intensité. Le schéma décrit les propriétés perceptuelles avec un nombre réduit de descripteurs comme « richesse », « attaque », etc.
- La parole : elle est décrite par une combinaison de sons et de mots, permettant ainsi de retrouver les mots inconnus d'un vocabulaire par les sons associés.
- Les mélodies : le schéma est conçu pour permettre des requêtes par similarité, notamment entre un air sifflé ou fredonné par un utilisateur et une mélodie stockée.
- Les descriptions de bas niveau sur le son : enveloppe temporelle, spectre, harmonies, etc.

Un descripteur « silence » permet finalement de décrire un contenu comme silencieux !

5.3.3 Les schémas pour la vidéo

Les schémas consacrés à la description des contenus vidéo et visuels sont complexes et élaborés. Ils portent principalement sur les aspects suivants :

- Des descripteurs basiques permettant de localiser selon une précision variable une partie dans un contenu visuel ou vidéo. Cela renvoie par exemple un système de coordonnées 2D qui peut être propre à chaque frame ou commun à plusieurs, permettant dans ce dernier cas de comparer les positions entre différents frames.
- La couleur. On retrouve le savoir faire habituel de l'extraction automatique. On dispose ainsi de descripteurs et schémas pour déclarer l'espace de couleur, la quantization, la couleur dominante, etc.
- Les textures : représentation d'une image comme partition de zones de texture homogène, des histogrammes, etc.
- Les formes : analyse en région, représentation des contours, des formes tridi-

mensionnelles ;

- Le mouvement : mouvement de caméra, trajectoire, analyse du mouvement dans l'image, etc.
- La localisation : en particulier une localisation spatiotemporelle permettant de définir dans une séquence vidéo un « tube » ou région spatio-temporelle, qui peut être connexe ou non d'ailleurs.
- Enfin, la reconnaissance des visages.

Comme on le voit, les schémas pour la vidéo sont essentiellement conçus en fonction de l'état de l'art de l'extraction. Autrement dit, si MPEG-7 ne normalise pas les techniques d'extraction, il normalise la manière de représenter les résultats de ces techniques. On peut regretter que la normalisation ait été plus pilotée par ce que l'on sait faire que par ce qui est utile. L'hypothèse implicite est que l'information extraite par les algorithmes d'extraction est utile et qu'il est inutile de rechercher ce qui est utile indépendamment de savoir comment l'extraire, manuellement ou automatiquement, car les algorithmes pourront à terme tout extraire. Cette hypothèse ne nous semble pas fondée car elle suppose pour être vérifiée que l'on sache combler le fossé sémantique entre l'information physique d'un contenu vidéo et l'interprétation conceptuelle qui en est faite, ce qui n'est pas envisageable pour le moment.

5.3.4 Les schémas pour le multimédia

Ce dernier ensemble de schémas est le plus riche et le plus complexe. De plus, il prend explicitement en compte des informations d'ordre documentaire, éditorial, et conceptuel, nécessaires pour la description hypermédia. MPEG-7 élargit son intérêt pour l'information documentaire en général au-delà des résultats d'algorithmes d'analyse. Les principales structures proposées concernent les points suivants :

Le management du contenu : les éléments MPEG-7 décrivent ce qui concerne la création du contenu, sa production, son encodage, les formats de codage et de fichier.

La description du contenu : cela concerne les aspects structurels (structure du contenu d'un point de vue spatial, temporel) et les aspects conceptuels (description du contenu du point de vue d'une sémantique « fondée sur le monde réel » et mobilisant des notions conceptuelles).

La navigation et l'accès au contenu : des structures de résumé sont proposées, ainsi que des partitions ou décompositions et également des « variations » : description de différentes ressources représentant des variantes d'un même contenu, que l'on peut choisir en fonction du contexte ; par exemple des variantes linguistiques d'un même programme audiovisuel.

L'organisation du contenu : ces descripteurs et schémas permettent de décrire l'organisation en collections des objets, événements ou segments du contenu.

L'interaction avec l'utilisateur : cela concerne les préférences et les profils des utilisateurs pour la consultation des contenus. Ces descripteurs peuvent être

utilisés avec ceux concernant les « variations » pour proposer les contenus les plus adaptées à un utilisateur (ceux de sa langue par exemple).

Ces schémas et descripteurs sont donc fort riches et complets. Il semble, au premier abord que la plupart des informations sur un contenu puissent être décrites par leur intermédiaire. Mais seul l'usage futur de la norme pourra le confirmer.

Pour conclure cette section sur MPEG-7, nous donnons un exemple de spécification d'un schéma de description portant sur les transitions entre des segments vidéos montés, c'est-à-dire établies lors du montage. Pour en établir la syntaxe, les déclarations suivantes, à l'aide du DDL fondé sur XML/Schéma, permettent de le faire :

```
<!-- #####-->
<!-- Definition of Transition DS -->
<!-- #####-->
<complexType name="TransitionType">
  <complexType>
    <extension base="mpeg7:VideoSegmentType">
      <sequence>
        <element type="GradualEvolution"
          type="mpeg7:GradualEvolutionType"
          minOccurs="0"/>
        <element name="SpatioTemporalLocator"
          type="mpeg7:SpatioTemporalLocatorType"
          minOccurs="0"/>
      </sequence>
      <attribute name="editingLevel" use="optional">
        <simpleType base="string">
          <enumeration value="global"/> <!--Or InterShot-->
          <enumeration value="composition"/>
        </simpleType>
      </attribute>
    </complexType>
  </extension>
</complexType>
```

Par ailleurs, la sémantique des éléments et attributs est précisée par ce type de considérations :

- *TransitionType* décrit une transition réalisé entre deux segments vidéos édités pendant un montage.
- Trois différents types de transition sont distinguées en se fondant sur la valeur de l'attribut *editingLevel* : une transition est *global*, *composition*, ou *internal*. De même, trois autres types de transition sont distingués en fonction de la valeur de l'attribut *evolution* : *cuts*, *analog cuts*, et *gradual transitions*. *GradualEvolution* décrit la transition quand elle est graduelle. Il ne s'applique pas aux transitions qui sont des *cuts* ou des *analog residual cuts*.

On constate ainsi que tout utilisateur de MPEG-7 se voit proposer une syntaxe et une description sémantique plus ou moins précise pour déclarer l'information

documentaire sur le contenu. MPEG-7 est donc bien un format général pour l'indexation hypermédia.

6 Quels enjeux ?

6.1 L'archivage du Web

6.1.1 Contexte

Le principe d'un dépôt légal est de constituer une mémoire des œuvres mises à la disposition d'un public, via un procédé de diffusion. C'est ainsi que depuis l'édit de Montpellier de 1537, les imprimés sont conservés à la bibliothèque nationale de France (BNF). Depuis lors, le dépôt légal s'est étendu à d'autres moyens de diffusion et de mise à disposition du public, cette extension étant essentiellement pilotée par l'évolution des supports de diffusion. Aujourd'hui, trois institutions se partagent la responsabilité du dépôt légal, selon trois modes principaux de diffusion :

La BNF , qui se charge des imprimés, vidéogrammes, jeux vidéos, bases de données, etc. ;

Le CNC qui se charge des œuvres audiovisuelles diffusées par voie cinématographique ;

L'INA , qui se charge des œuvres audiovisuelles diffusées par voie télévisuelle.

Depuis une dizaine d'année, le Web constitue un mode original et novateur de diffusion, où des œuvres sont mises à disposition du public. Mais le Web n'est pas seulement un mode supplémentaire de diffusion offrant des œuvres trouvant ailleurs leurs contenu et cohérence éditoriaux. Le Web propose des œuvres originales qui ne pourraient exister sur d'autres supports ni être diffusées par d'autres moyens : le Web est devenu un média original de publication et de mise à disposition de contenus ; tant la forme que le fond des ressources publiées sont propres à ce mode de transmission et l'on trouve désormais des contenus créés spécifiquement pour ce média. Le Web ne sert donc pas simplement à diffuser ce qui a été publié ailleurs, mais à publier une information et un contenu dans une forme que lui seul peut accueillir et qui ne peut être trouvée ailleurs. Dans ces conditions, le Web constitue une mémoire originale et spécifique, dont la conservation patrimoniale doit être assurée. C'est la question qui est posée par les discussions actuelles autour d'un dépôt légal du Web.

Le Web est un média complexe sur les dimensions spatiales et temporelles : spatiales, car il relie et articule une multiplicité des contenus, temporelles car il évolue selon un rythme de renouvellement rapide. Le problème est de pouvoir surmonter la complexité induite par ces structures spatiales et temporelles. En effet, l'information publiée sur le Web devient rapidement inintelligible quand on veut la mettre

en perspective vis-à-vis des contenus proches ou voisins : comment la situer vis-à-vis des versions antérieures? Comment la comparer aux sites traitant de sujets voisins, partageant des ressources communes? Comment la consulter en fonction des liens hypertextuels qui la relie à d'autres sites? Seule la prise en compte de ces facteurs permet d'avoir une lecture et une consultation permettant de traiter correctement l'information publiée. En effet, l'information sur le Web ne prend sa valeur signifiante que dans son contexte évolutif hypertextuel et hypermédia.

Le risque engendré par cette inintelligibilité est la désorientation cognitive et intellectuelle. Le Web ne devient alors qu'un instrument de diffusion supplémentaire de collections et d'œuvres qui ont trouvé via d'autres supports leur cohérence éditoriale (par exemple les livres, les articles, les catalogues, etc.), ou un instrument de propagande commerciale (publicité, e-commerce, communication d'entreprise ou institutionnelle) ou idéologique (associations, communautés) : le Web, ne disposant pas d'outils critiques de lecture, ni d'instruments de consultation permettant d'aborder le contenu local dans le contexte global de l'interconnexion des informations et des sites, devient le véhicule d'informations qu'il faut prendre pour argent comptant.

Un enjeu est de doter le Web des instruments de lecture permettant de qualifier et légitimer les contenus dans une démarche critique, où les informations deviennent intelligibles et crédibles car analysables dans leur contexte Web. C'est donc une véritable philologie numérique de l'hypermédia et du Web qu'il faut instrumenter pour en équiper la lecture. La philologie comme art d'établir les textes rencontre de redoutables difficultés dans le cadre du Web, comme on l'a vu plus haut. Mais ce dernier constitue un véritable laboratoire pour forger les concepts propres à déterminer et à cerner la nature des contenus numériques, dynamiques, virtuels et de moins en moins documentaires.

Dans le cadre de ces questions, l'INA, ainsi que les autres institutions françaises responsables du dépôt légal, mène un programme de recherches et d'expérimentations pour déterminer et instruire les principaux problèmes et proposer, tester et évaluer les solutions envisageables.

6.1.2 Le programme de recherche et d'expérimentation

L'INA mène un programme de recherche comprenant trois volets complémentaires :

- La captation des contenus du Web ;
- L'organisation et l'indexation de la mémoire ainsi obtenue ;
- La consultation de la mémoire archivée et organisée.

Ces trois problèmes sont difficiles dans la mesure où ils doivent aborder des questions qui sont rarement traitées ensemble :

- La captation doit porter d'une part sur l'archivage (il ne s'agit pas seulement de parcourir le Web et de l'indexer, mais d'en retirer une copie des contenus et de leur organisation) et d'autre part sur une périodicité à déterminer selon

les sites et les contenus.

- L'organisation d'une mémoire du réseau, en tenant compte de l'organisation hypertextuelle et de sa stratification temporelle :
- La visualisation d'une masse importante d'informations par ailleurs fortement hétérogènes : contrairement à une archive télévisuelle organisée selon la grille de programme et l'horodiffusion, les contenus Web ne répondent pas à une logique éditoriale unique et systématique.

L'INA étudie ces 3 sujets à la fois pour disposer d'une chaîne complète, de la captation à la visualisation, permettant de tester et d'expérimenter les interactions entre ces trois objectifs et les problèmes qu'elles suscitent.

A présent, l'INA dispose d'un prototype, PhagoSite²⁰, assurant une captation site par site. PhagoSite est piloté par un plan d'aspiration qui spécifie les sites à capter, ainsi que certains paramétrages de la captation. Dans la mesure où une détermination automatique des sites à aspirer est impossible et repose essentiellement sur un travail documentaire manuel, exploitant différentes sources : le périmètre retenu du dépôt légal, les résultats de moteurs de recherche, les annuaires, les données fournies par les agences gérant les adresses (AFNIC par exemple), etc., Phagosite est conçu pour exécuter un plan d'aspiration explicité par une cellule documentaire.

Un travail sur la visualisation et la consultation²¹ d'une archive du Web a également été entamé²². Le problème essentiel est de savoir comment permettre à un utilisateur, consultant une telle archive, d'aborder la masse de l'archive et d'avoir une vue sur la structure globale du Web, son articulation et son organisation. C'est pourquoi les premières études s'orientent sur une modélisation de la topologie du réseau et son abstraction en structures permettant de caractériser son organisation éditoriale. En reprenant des notions proposées par Jon Kleinberg [Kleinberg, 1998, Gibson et al., 1998], un des enjeux serait de déterminer quels sont les sites fonctionnant comme des autorités, quelles sont les communautés, etc.

Enfin, le travail va également porter sur les problématiques de stockage et d'indexation. L'INA compte sur son expérience des bases de données déjà développées pour le dépôt légal de l'audiovisuel pour expérimenter des premières solutions et déterminer les verrous. Différentes questions semblent d'ores et déjà pertinentes, mais demandent d'être davantage précisées :

- Indexation automatique : eu égard aux contenus, à leur volumétrie et leur

²⁰conçu et développé par Thomas Drugeon, dans le cadre d'un stage de fin d'étude de l'Ecole des Mines de Nantes, sous notre direction.

²¹Dans le cadre de la consultation, un travail spécifique est mené pour étudier comment permettre l'apprentissage des parcours dans une archive. Ce travail est mené par Younès Hafri, dans le cadre d'un doctorat de l'Université de Nantes, sous notre encadrement et sous la direction de Chabane Djeraba. Il repose sur l'utilisation des chaînes de Markov, en permettant un apprentissage simple avec peu d'exemples [Hafri et al., 2003a, Hafri et al., 2003b, Hafri et al., 2003c].

²²L'étude d'une interface de consultation est réalisée dans le cadre d'un travail de DEA – Sciences Humaines et Technologies, de l'Université de Technologie de Compiègne – mené sous notre direction par Nicolas Delaforge.

typologie, quels sont les traitements systématiques que l'on peut envisager pour indexer et structurer une archive ?

- Fouille de données : dans la masse d'une telle archive, quels outils et procédés sont nécessaires ou utiles pour extraire des informations ? quelles sont les informations pertinentes qu'il faut extraire ?

L'intérêt d'une application concentrée sur l'archivage du Web pour permettre une intelligence de ce média réside dans le fait qu'il ne s'agit pas d'un regard rétrospectif, dans l'après-coup, mais d'une conception d'ingénierie devant mêler à la fois les sciences du numérique et les sciences de la culture.

6.2 Ingénierie des connaissances et objectivation rhétorique

Dans cette section, nous reprenons les principes que nous avons explicités dans ce chapitre pour déterminer l'application qui synthétise les enjeux d'une ingénierie des inscriptions documentaires. Les principes que nous retenons sont :

Une information n'est lisible que sous une forme documentaire : une information est une unité signifiante décontextualisée, trouvant sa signification dans un référentiel donné. Mais les référentiels sont rarement partagés : pour qu'une information puisse être réutilisée, il faut donner les éléments de sa recontextualisation prescrivant ce qu'il faut savoir pour l'interpréter. La mise en forme documentaire projette le contenu et l'information dans une tradition de lecture donnant les prescriptions interprétatives suivant lesquelles l'information devient intelligible.

Ce principe a été clairement illustré par des applications médicales comme OncoDoc [Bouaud et al., 1998], où des informations médicales sont présentées de manière documentaire à des médecins pour qu'elles soient plus intelligibles, plus acceptables et plus adaptables au contexte de la consultation.

Les documents ne sont lisibles que s'ils sont objectivés : les documents, pour être lus, doivent être identifiables comme tels, selon des critères philologiques établissant leur intégrité, leur authenticité et donc leur fiabilité.

Les documents ne sont lus que s'ils permettent une appropriation active : enfin, les documents doivent pouvoir être annotés, manipulés, segmentés pour que le lecteur puisse construire son interprétation du contenu ; la réécriture ne se substitue pas au document, mais enrichit son contexte documentaire.

Mettre en œuvre ces principes renvoie à différents problèmes. La mise en forme documentaire pose la question de savoir quel format documentaire choisir. Cette question est délicate quand les informations ne renvoient pas à une activité éditoriale instituée possédant sa propre tradition de mise en forme documentaire. On le constate avec les outils d'annotation, d'organisation des idées, où le symbolisme reprend quelques rudiments de sémiologie graphique (graphes, bulles, etc.) : l'absence de tradition répandue et partagée rend l'apprentissage de ces outils difficiles et leur usage fastidieux. En revanche, le succès d'outils comme MS-PowerPoint répand tellement leur usage qu'ils sont souvent utilisés pour mettre en forme sous forme de « diaporama » des contenus et des informations dont l'organisation

et la rédaction ne se prêtent pas à la constitution d'un livre ou d'un article. Tout le monde ayant appris à utiliser des présentations MS-PowerPoint, et ayant eu à subir des présentations réalisées avec cet outil, une tradition s'est constituée, un genre documentaire est apparu, et il est de plus en plus adopté pour mettre en forme les contenus.

L'objectivation reste un point difficile car le numérique, comme nous l'avons dit plus haut, tend par ses capacités calculatoires à masquer le document par des vues dynamiques et des reconstructions virtuelles : le document n'existe qu'au moment de sa consultation, dans une forme n'existant que dans le contexte singulier d'une consultation par un lecteur individuel donné. Or, on ne lit quelque chose que si l'on sait ce qu'on va lire, que si le contenu lu constitue un objet documentaire. L'objectivation est à la base de la tradition rhétorique, en particulier dans l'invention et la mémoire (parmi les 5 parties de la rhétorique : l'invention, la disposition, l'élocution, l'action et la mémoire). L'invention repose sur le fait de trouver des arguments pour construire le discours, propre à convaincre et à persuader. Pour cela l'invention fait appel à la mémoire qui donne au rhéteur la capacité d'*inventorier* les documents connus pour retenir celui qui, par son adaptation, donnera l'*invention* idoine au discours en préparation. Inventorier pour inventer, voilà la clef de la rhétorique. Réciproquement, le document est intelligible pour ses auditeurs/lecteurs, et possède sa force persuasive et convaincante, car ces derniers reconnaissent dans l'argument entendu le document d'origine, et apprécient son adaptation.

Pour redonner aux documents leur lisibilité, et donc leur objectivité, il convient de pouvoir rapprocher tout contenu de documents connus et maîtrisés par les lecteurs, que ce soit dans la thématique, le format, etc. Il faut donc résister au fantasme de l'exhaustivité que véhicule le numérique, à savoir de pouvoir tout retenir indistinctement. Au lieu d'écraser le lecteur potentiel sous la masse des informations, il convient de les structurer dans une forme documentaire et de les rapporter à des documents de référence constituant la clef de lecture des autres.

Mais lire en fonction de documents de référence n'est possible que si l'on peut s'approprier les contenus en marquant et annotant leurs différences à la référence. C'est là que les outils d'annotation prennent toute leur importance : le document n'est lisible que s'il ménage les espaces de sa glose. Mais à l'instar des gloses médiévales, elles ne sont pas toutes sur le même plan, et il convient de pouvoir faire référence à des annotations particulières, émanant de lecteurs experts, avertis et autorisés, auxquels on se confiera pour accéder à l'intelligibilité des contenus. On retrouve le concept d'*hypertraitement de texte* proposé naguère par Bernard Stiegler²³, qu'il remet en œuvre à l'IRCAM à travers le concept d'*écoute signée*, où un expert commente et annote une œuvre musicale pour la rendre lisible et partageable par un (le ?) plus grand nombre.

L'ingénierie des connaissances, selon nos arguments, doit trouver les chemins de l'intelligibilité des inscriptions dans la tradition de la rhétorique. Les outils

²³[Stiegler, 1993].

qu'elle doit élaborer et proposer sont donc ceux permettant une mémoire structurée, mise en forme de manière documentaire, articulant documents de référence et contenus lisibles par différences, via des appropriations personnelles, mais aussi d'autorité.

7 Conclusion

Du fait du numérique, l'indexation est désormais hypermédia : les contenus sont multimédias et organisés par des hyperliens ou par une juxtaposition dans un même espace de présentation (un écran, une page, etc.). L'indexation a pour but de produire les informations documentaires permettant de rendre exploitables, pour des buts donnés, des contenus hypermédias. Plusieurs enjeux se dessinent ainsi que quelques verrous à lever :

L'inter-échangeabilité des données et des métadonnées ; informatiser les contenus permet d'envisager l'intégration des outils et informations participant aux différentes étapes du cycle de vie des contenus. Fluidifiant la chaîne de production, diffusion, conservation des contenus, l'échange des informations documentaires permet d'intégrer à chaque étape du cycle de vie les connaissances et informations engendrées lors des autres étapes. L'enjeu désormais est autant de créer l'information documentaire que de la ré-éditer pour l'adapter aux utilisations propres à l'étape envisagée (des métadonnées pour produire, diffuser ou conserver et réexploiter).

L'interopérabilité des outils d'exploitation ; l'intégration informatique implique que désormais de mêmes postes informatiques permettent d'effectuer toutes les tâches se rapportant à un contenu, qu'il s'agisse de le créer, de le produire, de l'éditer, de l'archiver etc. Au lieu d'avoir des stations spécialisées, on s'oriente vers des stations génériques, banalisées, accueillant les applicatifs nécessaires. Cette convergence des outils sur une plate forme générique ne pourra être pleinement effective que si les applications sont interopérables et permettent à l'utilisateur non seulement d'échanger ses informations et métadonnées mais également de passer librement d'une application à une autre pour travailler le contenu.

L'inter-compréhension des données et métadonnées ; échanger les informations, dialoguer entre applications ne portent leurs fruits qu'à la condition que chaque application recevant des informations dispose de leur sémantique pour optimiser leur exploitation. Or, pour un outil, disposer de la sémantique signifie avoir une représentation formelle du sens qui paramètre son fonctionnement. Différentes solutions sont à l'étude, en particulier autour des ontologies et des formats de représentation comme RDF.

L'inter-compréhension des données et métadonnées constitue l'enjeu, comme on le sait, des travaux orientés autour du Web sémantique. En effet, puisque l'on sait désormais échanger des informations grâce aux outils fondés sur XML, il s'agit

à présent de partager une compréhension commune de ces informations pour permettre leur exploitation. Sans nul doute le Web sémantique deviendra le problème par excellence pour conceptualiser l'indexation hypermédia et expérimenter des solutions.

Chapitre 6

Conclusion

Le fil conducteur de ce travail aura été de considérer l'ingénierie des connaissances comme une ingénierie des inscriptions numériques dont l'objectif est de construire des artefacts permettant l'organisation des connaissances et l'exercice de la pensée. Cela revient à déplacer l'objet et l'enjeu d'une telle discipline.

En effet, l'ingénierie des connaissances est issue des travaux de l'intelligence artificielle visant à formaliser le raisonnement et les capacités cognitives pour doter les machines des mécanismes leur permettant de résoudre certains problèmes et d'effectuer certaines tâches. La perspective est alors de confier à la machine le soin de gérer la relation entre ses représentations et leur interprétations dans le monde. Le déplacement que nous proposons consiste à remarquer que la plupart des tâches confiées aux systèmes à base de connaissances ne portent pas sur le monde réel, la réalité empirique, mais sur la représentation ou le modèle que nous en avons. Par conséquent, l'enjeu n'est pas de raisonner en imitant l'utilisateur pour assurer à sa place la relation au monde dans lequel résoudre le problème, mais de construire la représentation permettant à l'utilisateur d'effectuer lui-même les tâches qui lui reviennent, en abordant le réel à travers la médiation des représentations construites par les outils de l'ingénierie des connaissances. L'enjeu est de passer d'une représentation formelle des connaissances à une médiation formelle des expressions non formelles des connaissances.

L'ingénierie des connaissances n'a pas à se substituer aux disciplines modélisatrices du réel pour élaborer des modèles et les informatiser. Son objectif est plutôt d'assister l'organisation et l'utilisation des connaissances qu'elles construisent. En effet, puisque l'outil de l'ingénierie des connaissances est l'outil logico-formel du numérique et de l'informatique, celle-ci ne peut traiter des expressions de connaissances que comme des objets qu'elle décontextualise et manipule de manière calculatoire. Or, l'élaboration et l'interprétation de connaissance est un processus contextuel et global. De ce point de vue, l'ingénierie des connaissances ne peut prendre en charge l'interprétation des expressions qu'elle manipule. C'est pourquoi elle doit permettre aux praticiens et utilisateurs de mettre en œuvre

les parcours interprétatifs pertinents eu égard au contexte car seuls les êtres humains peuvent assumer une interprétation dans toute sa complexité. Le rôle de l'ingénierie des connaissances est de proposer l'outil optimisant, facilitant ces interprétations sans pouvoir les mener. Il s'agit donc d'une conception *nominaliste*, où la représentation des connaissances n'endosse de prétention à la vérité que localement, *via* un modèle dont la pertinence est établie par d'autres disciplines que l'ingénierie des connaissances. Cette approche nominaliste s'oppose à l'approche que l'on pourrait qualifier de réaliste, selon laquelle l'expression formelle est une représentation réelle et vraie de la réalité.

L'obstacle que soit surmonter l'ingénierie des connaissances pour assurer sa mission de médiation formelle des connaissances est la désorientation. Support universel et homogène, le numérique permet d'aborder les expressions dans une perspective d'exhaustivité, traçant les faits dans leur format original et originel. Or, cette massification de la mémoire numérique désagrège les circuits philologiques et herméneutiques permettant de sélectionner, trier, et hiérarchiser les contenus. Le travail intellectuel, comme le montre la tradition rhétorique, s'effectue en se fondant sur des contenus consacrés par une tradition, utilisés pour servir de référence commune et comme source à mobiliser pour les décliner et les faire varier en fonction des contextes. Travailler intellectuellement, mobiliser des expressions et des représentations pour se rapporter à la réalité, exige de pouvoir se fonder sur une sélection philologique (établir les versions de référence), herméneutique (établir leurs conditions d'interprétation) et rhétorique (organiser leur mémorisation pour l'invention de la nouveauté) des contenus.

Les techniques souvent utilisées pour hiérarchiser les contenus proviennent des statistiques et recherche l'émergence par consensus de contenus sélectionnés. Cette approche nous semble limitée, bornée aux applications commerciales qui l'ont suscitée. Notre avis est d'adopter une démarche critique, en mobilisant les savoirs et savoir-faire des sciences de la culture pour constituer un réseau d'autorité à travers des méthodologies permettant de situer, comprendre et reprendre les contenus.

Il en ressort un programme de recherches, interdisciplinaire, théorique et pratique. D'une part, il faut élaborer des modèles formels de médiation entre les expressions de connaissances, comme le proposent les travaux sur les entrepôts de données, les médiateurs de bases de données, etc. Les ontologies et les outils documentaires permettent également de proposer des réseaux et parcours documentaires proposant aux utilisateurs des rapprochements inédits, des synthèses pour résumer et hiérarchiser les contenus. Mais ces outils, fondés sur les approches habituelles des sciences informatiques, doivent permettre de critiquer les contenus dans leur origine, leur présentation, leur instrumentation. Au lieu de se masquer, la médiation formelle doit être explicite et visible pour que l'utilisateur devienne un utilisateur critique, qui puisse mobiliser et utiliser les expressions et inscriptions numériques des connaissances. Ce programme sera le nôtre.

Chapitre 7

Glossaire

Aporie : étymologiquement, une aporie désigne ce qui n'a pas d'issue, une impasse. L'aporie désigne en philosophie les problèmes pour lesquels il n'y a pas de solutions, chaque tentative de résolution aboutissant à une contradiction ou une impasse. Le dépassement d'une aporie nécessite alors de repenser et de reformuler le problème abordé.

Artefact : suivant l'étymologie, un artefact est un produit de l'art, c'est-à-dire de la technique. Ce terme permet donc de désigner tout objet construit par l'homme. Dans les disciplines expérimentales, l'artefact désigne également les effets produits par l'appareil d'observation ou de mesure qui viennent se confondre avec l'objet observé : l'art de l'observation expérimentale étant alors de faire la part entre la réalité de l'objet étudié et ces effets. Ce sera par exemple dans les radiographies médicales une tâche ou une coloration causée par l'appareil de mesure et non par l'objet mesuré. Dans ce dernier cas, la notion artefact a une connotation péjorative dans la mesure où elle désigne une manifestation parasite que l'on veut éviter. Dans tous les cas cependant, un artefact renvoie à un produit ou effet de la technique, que ce soit pour le désigner comme tel ou pour renvoyer à un effet indésirable de la technique. Pour notre part, nous avons utilisé le terme d'artefact dans le premier sens, pour désigner de manière générale tout produit de la technique.

Artefacture : terme désignant le monde tel qu'il est façonné par la technique et tel qu'il se montre à travers notre technique. L'artefacture se situe entre la nature, où les faits sont mesurés, et la culture, où les faits sont interprétés, et renvoie à des faits construits. Selon nos thèses, la nature et la culture ne sont que des points de vue particulier sur un monde que nous construisons et découvrons à travers notre technique, prothèse de notre connaissance et de notre action.

Anthologie : une anthologie désigne classiquement une sélection parmi des œuvres de l'esprit. Ainsi, une anthologie poétique rassemblera les principaux poèmes de la littérature, principaux car jugés comme étant les plus beaux, ou les plus représentatifs, etc. Une anthologie impose donc une hiérarchisation et une synthèse, celle-ci procédant de celle-là. Dans notre théorie, nous opposons

l'*anthologie* à l'*ontologie* : alors que l'ontologie est un répertoire systématique définissant les concepts d'un domaine, l'anthologie est une sélection et une hiérarchisation d'exemples ou d'illustration de leur usage, sous la forme par exemple d'extraits textuels provenant de documents attestés. Dans cette perspective, l'ontologie n'est plus une définition de concepts, mais une médiation permettant de parcourir une anthologie des usages possibles, attestés et recommandés, des concepts.

Autothèse : propriété du numérique et du formel de proposer une manipulation effective de signes ininterprétés. Le formel, en tant que tel, n'a besoin de référer à aucune autre réalité que lui-même pour fonctionner. Il est donc intentionnel. Ce caractère autothétique permet d'envisager une manipulation des signes ignorant leur signification. C'est pourquoi cette manipulation peut être confiée à une machine : elle n'a pas besoin de comprendre pour fonctionner ! Cependant, le formel permettant de manipuler des *signes*, il est toujours possible de considérer les signes du point de vue d'une interprétation intentionnelle qui les pourvoit d'une signification. On obtient alors un système de manipulation de signes interprétés. Mais, et c'est là la principale difficulté posée par le numérique dans son usage courant, la manipulation portant sur des signes interprétés ne s'effectue pas en fonction de l'interprétation des signes, mais uniquement en fonction de leur forme syntaxique. C'est pourquoi une machine manipulant des signes pourvus de sens n'est pas un système intentionnel pensant ce qu'il fait, mais seulement un système mécanique interprétable depuis un horizon intentionnel.

Code de communication : système de signes interprétables. Un code de communication correspond à tout ensemble d'objets intentionnels, c'est-à-dire considérés pour ce à quoi ils renvoient et non pour ce qu'ils sont. Un code de communication prescrit comment assembler des formes matérielles pour qu'elles fassent sens pour un interprétant. Les formes matérielles sont des objets intentionnels et sont des signes : elles font sens car elles donnent lieu à des interprétations qui les reformulent en de nouveaux signes.

Concept : Un concept est un signifié normé. Cela signifie que :

- le concept est une entité linguistique. Ceci n'est pas une hypothèse cognitive sur la nature de la pensée, mais le constat que la langue est le lieu de manifestation de la pensée, et que le meilleur moyen de définir les contenus de la pensée, *i.e.* les concepts, est de s'appuyer sur leur manifestation empirique privilégiée, la langue.
- le signifié correspond à la représentation dans le cadre d'une théorie linguistique de la signification associée à une unité linguistique. Dans l'optique différentielle choisie ici, le signifié est intralinguistique (le sens d'un mot se définit par d'autres mots), et décrit l'usage de l'unité linguistique selon certains axes de description : description spécifique/générique (les sèmes spécifiques génériques), description contextuelle (sèmes inhérents, afférents), etc. Le signifié reflète par conséquent les variations en contexte de l'unité linguistique et ne peut dès lors prendre en charge la description de la connaissance ou concept associé à l'unité linguistique. Il faut alors enrichir la description par des contraintes qui spécifient ce qu'il

faut (c'est la dimension normative) savoir pour accomplir telle ou telle action dans le cadre d'une application donnée (d'une expérience possible, dit de manière théorique). Par exemple, quelle est la signification du concept auteur dans l'application de la description documentaire, ou dans l'application de l'inférence logique pour la cohérence et la complétude. Alors que le signifié reflète les variations en contexte et les différentes manières de comprendre l'unité linguistique, le concept en fixe une pour que l'unité devienne un *terme* et associe à l'unité une connaissance exploitable dans une application donnée.

Connaissance : capacité à réaliser une action pour atteindre un but visé. La connaissance est aussi le pouvoir de répéter une action. Capacité à réaliser et pouvoir de répéter sont ici équivalents. On distingue les connaissances tacites et explicites, et les théoriques et les pratiques.

Connaissance pratique : connaissance dont l'action associée consiste à accomplir une transformation dans le monde matériel et physique.

Connaissance théorique : connaissance dont l'action associée consiste à produire une explicitation dans un code de communication.

Connaissance explicite : connaissance constituant l'objet d'une connaissance théorique.

Connaissance tacite : connaissance ne faisant l'objet d'aucune connaissance théorique.

Conscience : nom donné au dynamisme intentionnel résidant dans les êtres capables d'interpréter les inscriptions techniques (instrumentales et sémiotiques). La conscience ne possède aucune structure particulière : elle est vide. Elle n'est à proprement parler, qu'une activité permanente d'interprétation, c'est-à-dire de reformulation des inscriptions techniques en nouvelles actions ou explicitations. La personnalité propre d'une conscience provient de l'orientation et de l'horizon de l'interprétation, constituée par l'histoire de la conscience, et concrétisée par ses inscriptions corporelles et inscriptions matérielles.

Contenu : traditionnellement, le « contenu d'une inscription » renvoie à la signification de l'inscription, ou à « ce qu'on a voulu dire » au moyen de l'inscription. « Un contenu » désigne quant à lui un vouloir dire consigné par une inscription : par cette expression d'« un contenu », on insiste sur le fait qu'il y a un sens visé, en considérant comme secondaire la forme matérielle qu'a prise l'inscription.

Mais que faut-il comprendre par « vouloir dire » ? Le « contenu » comme vouloir dire désigne quelque chose qui a été formulé en une inscription consignée sur un support. Par conséquent, le « contenu d'une inscription » désigne l'ensemble de toutes les inscriptions susceptibles d'être la source de l'interprétation ou toutes les reformulations dont l'inscription considérée est le résultat. Mais ce contenu n'est accessible qu'à travers les reformulations qui explicitent l'inscription. Par conséquent, le contenu renvoie aux inscriptions sources d'une inscription à travers les ré-explicitations de cette inscription.

Contingence : traditionnellement, la contingence s'oppose à la nécessité et désigne ce qui aurait pu ne pas être ou peut être autrement qu'il n'est, tandis que la nécessité désigne ce qui ne peut être autrement qu'il n'est, sous peine de ne plus être lui-même. Ainsi, le fait que Socrate soit barbu est contingent : s'il se rase, il reste toujours lui-même. Socrate peut être autrement que barbu tout en restant Socrate, ce qui indique la contingence de son caractère barbu. En revanche, Socrate est nécessairement un homme : si on imagine qu'il soit autre chose qu'un homme, Socrate n'est plus Socrate que par homonymie, et ne désigne plus la *même* chose. La contingence ne peut faire l'objet d'un savoir, car connaître, c'est savoir pourquoi les choses sont ainsi et non autrement, c'est savoir rapporter l'apparence des choses à des lois nécessaires. Le contingent est le domaine de l'arbitraire, de ce que l'on ne peut que constater, sans pouvoir l'expliquer. La contingence fait obstacle à la science.

Néanmoins, la contingence n'est pas le domaine de l'irrationnel : l'absence de savoir scientifique, c'est-à-dire reposant sur des lois nécessaires, universelles et prédictives, n'exclut pas le fait que la discussion, l'argumentation, le raisonnement soient utiles pour traiter des affaires contingentes. En faisant appel à l'observation, au consensus, il est possible de repérer les conventions, de discerner les régularités et de dégager une décision commune. Ainsi, si la contingence ne renvoie pas à la science ou au savant, elle constitue le domaine de l'homme « sagace » ou « prudent », l'homme d'expérience et de bon sens, sachant construire le consensus et s'orienter parmi des possibilités dont aucune ne peut être démontrée comme étant la meilleure.

Dans la conception de la technique que nous proposons, l'ingénieur, ou technologue, doit traiter des situations dont le caractère situé et concret les font échapper au domaine des cas idéalisés par la science qu'il convient de traiter par ses lois. Contingentes, ses situations doivent mobiliser le savoir faire technicien, l'argumentation rhétorique et la démonstration savante, en un dosage et une harmonisation auxquels seul le sagace peut parvenir.

Dasein : terme appartenant au vocabulaire philosophique de Heidegger. Dans la langue allemande courante, *Dasein* signifie existence. Dans la philosophie de Heidegger, le *Dasein* renvoie à l'être particulier que sont les êtres humains, qui ont conscience d'exister, et d'être le lieu où l'être se manifeste : les humains sont le « là » (*Da*) de l'« être » (*Sein*). Le *Dasein* est donc l'être pour lequel il en va de son être. Sur ce terme difficile, on peut consulter [Dastur, 1999] et [Dubois, 2000].

Document : un document est une inscription pourvue des trois propriétés suivantes : elle est délimitée dans le temps et dans l'espace, elle est intentionnelle et elle est publiée. La délimitation dans l'espace permet de déterminer quelles sont les parties constituant le document. La délimitation dans le temps permet de déterminer un ordre canonique de parcours pour la consultation ou la lecture : elle fixe où commence et où s'arrête la lecture du document. La délimitation dans le temps et l'espace fixe donc la mise en ordre spatiale (la question de repérer les éléments constitutifs est décidable) et la mise en ordre temporelle (la question d'ordonner les éléments constitutifs est décidable). L'intentionnalité documentaire peut être *a priori* ou *a posteriori*. La publica-

tion permet d'établir une version de référence.

Doxographie : selon l'usage, la doxographie correspond au fait de décrire le contenu des doctrines professées par les savants et philosophes. La doxographie est donc le recueil des *doxa*, c'est-à-dire des opinions professées par les un et les autres.

Dossier : un dossier est un hyperdocument particulier possédant trois propriétés particulières :

Evolution permanente : le dossier évolue tout au long de son cycle de vie. Il ne se stabilise que lorsqu'il perd son intérêt pratique et qu'il n'existe plus que pour des fins archivistiques.

Elaboration locale : le dossier s'augmente de documents qui sont élaborés localement, c'est-à-dire pour eux-mêmes, indépendamment des autres documents composant le dossier.

Consultation globale : l'intérêt pratique présidant à la réunion de différents documents dans l'hyperdocument qu'est le dossier implique que son utilisation doit prendre en compte l'ensemble de tous les documents. La consultation est globale.

Épistémologie : de *logos*, discours, et d'*epistémé*, science ou connaissance. l'épistémologie désigne l'étude de la connaissance. Deux principales acceptions se distinguent : selon une tradition continentale, issue de l'école bachelardienne, l'épistémologie est l'étude de la connaissance scientifique. Selon une tradition plus anglo-saxonne, l'épistémologie est l'étude de la connaissance en général. Cette dernière acception est également couverte par le terme de *gnoséologie*, discours sur la gnose, autrement dit, théorie de la connaissance.

Extraction d'information : processus consistant à rechercher dans une base de documents ou contenus des informations dont la nature est spécifiée à l'avance. Le principe de l'extraction d'information est d'avoir une idée a priori précise de ce que l'on recherche. Cette idée se formule sous la forme d'une représentation générique ou d'une structure spécifiant l'information recherchée. L'extraction consiste alors à retrouver les informations dans les documents permettant d'instancier cette structure. Par exemple, dans une base de documents d'une base clientèle, on recherche les noms et les montants d'achats. Les documents sont analysés pour extraire l'information requise.

L'extraction d'information se distingue de la recherche d'information qui n'extrait pas l'information mais produit les documents contenant l'information recherchée.

Extraction conceptuelle : Extraction d'information utilisant des connaissances conceptuelles du domaine pour extraire des représentations conceptuelles d'une base documentaire. Alors que l'extraction d'information porte de manière habituelle sur des données (des informations. . .), l'extraction conceptuelle porte plus spécifiquement sur les concepts, i.e. une représentation formelle indépendante du média du document d'origine.

Extraction linguistique : Extraction d'information utilisant des connaissances linguistiques pour extraire des candidats termes d'un corpus documentaire textuel.

Extraction terminologique : Extraction de candidats termes à partir de l'étude de corpus. En général, l'extraction terminologique utilise des contextes syntaxiques types qui permettent reconnaître que les unités linguistiques utilisées dans ces contextes sont des termes potentiels. Par exemple, un contexte de la forme *un N est un Na qui PP*, spécifie un contexte (de type définition) où N est en général un terme.

Format d'inscription : un substrat physique d'inscription permet d'inscrire une forme matérielle qui sera par la suite utilisée. La structure de la forme matérielle est appelée « format physique de l'inscription ». Ce concept générique se spécialise en forme physique d'enregistrement ou forme sémiotique / physique de restitution.

Formel : terme désignant tout système de signes manipulés en fonction de leur forme syntaxique (la manière de les combiner en assemblages de signes) et indépendamment de leur signification. Tout système formel repose sur deux propriétés fondamentales :

Le discret : le système est composé de signes indépendants, primitifs, que l'on peut distinguer par une procédure mécanique systématique.

Le manipulable : le système de signes discrets est manipulable à travers des règles formelles, c'est-à-dire des règles dont l'utilisation pourrait être confiée à une machine car ne faisant appel qu'à des critères indépendants de la compréhension de la signification associée aux signes discrets.

Hapax : terme linguistique désignant le fait qu'une unité linguistique reçoit une signification unique dans un contexte particulier, au lieu de simplement véhiculer son sens habituel. Selon la sémantique différentielle, un terme ne possède de sens « habituel » que dans le cadre d'une reconstruction théorique et idéale, celui de l'étude linguistique. Mais, en réalité, chaque terme possède une signification unique dans chacun de ses usages, qui ne sont donc pas des manifestations ou occurrences d'une même signification ou d'un même type. Ainsi dit-on que tout usage est un hapax.

Herméneutique : théorie de l'interprétation. L'herméneutique est la discipline visant à établir le sens des textes. A l'origine, l'herméneutique concerne principalement l'établissement du sens des textes sacrés ou religieux. Elle devint une discipline littéraire puis philosophique au 19^e siècle : établir le sens des textes en général et pas seulement religieux, puis établir le sens tout court. Dans notre conception matérielle du sens, selon laquelle toute signification est ancrée dans une inscription matérielle, nous nous rapprochons de l'herméneutique dite matérielle, où l'enjeu est, à la suite de la philologie qui établit les textes, d'établir le sens de ces derniers. Par opposition à l'herméneutique générale et philosophique, qui considère le sens indépendamment de ses ancrages matériels et documentaires, qui considère donc le sens pour lui-même, l'herméneutique matérielle revient à une conception, sans doute plus conforme à l'herméneutique originale, où le texte et l'inscription sont l'enjeu de l'interprétation.

Hyperdocument : un hyperdocument est un ensemble de documents possédant une unité infradocumentaire. Cette unité est conférée par l'utilisation pratique

de l'ensemble hyperdocumentaire. Un hyperdocument est donc moins qu'un document (il n'est posséder pas la délimitation temporelle ni spatiale), mais il est plus qu'un simple agrégat de documents car il possède une destination pratique qui lui confère une unité et un critère d'appartenance, permettant d'assigner en intensité si oui ou non un document appartient à l'hyperdocument. L'hyperdocument doit être distingué de l'hyperinscription, qui constitue un ensemble d'inscriptions qui ne sont pas toutes des documents. Les unités composant l'hyperinscription ne possèdent pas toutes une unité documentaire.

Index : élément d'information permettant de gérer des documents dans le cadre de tâches relevant de la recherche d'information. Quand ces tâches débordent la recherche d'information, par exemple l'édition électronique, l'hypermédiatisation des contenus, etc., on parlera de manière générale de « métadonnées ».

Classiquement, un index est « ce qui pointe vers », comme en témoigne l'appellation et l'usage traditionnels du second doigt de la main (suivant l'ordre pour lequel le pouce est le premier doigt). A présent, ce terme s'utilise souvent de manière indifférenciée avec métadonnées.

Indexation : processus permettant de produire des informations permettant d'exploiter un contenu dans le cadre d'une pratique donnée. L'indexation permet également de désigner le résultat de ce processus.

Le processus d'indexation est une interprétation qui reformule le contenu à indexer en fonction d'un usage particulier du contenu. Traditionnellement, l'usage considéré en indexation est la recherche d'information : comment retrouver les documents traitant d'une question donnée, ou contenant des informations sur tel ou tel sujet. L'indexation produit alors des index. Quand les usages considérés se diversifient, comme le permet désormais l'informatisation des processus de traitement d'information, les index se font « métadonnées ».

Indexation conceptuelle : processus permettant de produire des représentations conceptuelles du contenu documentaire. On entend par conceptuel le fait que la représentation est indépendante du média du document, et qu'elle ne porte pas sur la nature physique du document mais sur son contenu. L'indépendance au média ne signifie pas seulement indépendance au format du document, où par exemple on représente de manière générique la couleur dominante du document, indépendamment du format d'encodage de l'image. Il s'agit plutôt de l'indépendance à la nature matérielle du document, qu'il soit visuel, sonore ou textuel.

La représentation conceptuelle résulte d'une interprétation et relève en général de l'annotation manuelle.

Indexation structurelle : processus permettant de produire la représentation de la structure d'un document. La structure spécifie la « mise ensemble » des éléments composant le document.

Indexation physique : processus permettant de produire des représentations du contenu physique du document. Le contenu physique correspond à

l'information que conserve le code numérique de la réalité physique que représente le document. C'est par exemple la couleur, la texture, les formes et contours, les signatures sonores, etc.

En général, l'indexation physique est automatique et est prise en charge par des algorithmes correspondant à des traitements mathématiques de la réalité physique représentée.

Ces trois types d'indexation renvoient aux types de dépendance unissant les métadonnées aux documents indexés :

- dépendance à la nature physique des objets représentés par le document. C'est l'indexation physique, qui n'a par conséquent pas lieu d'être pour les documents textuels, à moins de les considérer comme des images et de prendre en compte les formes graphiques.
- dépendance à la nature documentaire du document : c'est la nature physique et logique du document plutôt que la nature physique de ce qu'il représente ou vise. La nature physique correspond à sa mise en forme matérielle (typographie, style des images, etc.). La nature logique correspond à l'ordonnancement. La nature physique peut varier sans que varie la nature logique, l'inverse est rarement vrai.
- dépendance à la sémantique du contenu documentaire. C'est l'indexation conceptuelle. Elle ne dépend ni de la nature physique de la réalité visée, ni de la nature physique ou logique du document, mais du sens intentionné par le document.

Ces dépendances ne sont pas indépendantes entre elles, sans être reliées par des relations strictes. Ainsi, un sens intentionné renvoie à des mises en forme matérielle et structurelle particulières, sans en déterminer leur nature exacte. C'est toute la difficulté pour articuler ces différentes dépendances, et ces différentes indexations associées.

On peut également distinguer l'indexation selon son mode d'obtention :

Indexation manuelle : un utilisateur effectue l'annotation des contenus ;

Indexation automatique : des algorithmes extraient automatiquement des métadonnées du flux audiovisuel et des documents à décrire ;

Indexation supervisée : l'utilisateur intervient pour paramétrer et sélectionner des algorithmes d'indexation automatique. Il complète des résultats obtenus par une indexation manuelle.

Informatisation : Processus selon lequel un procédé est considéré comme un traitement d'information et non comme une transformation d'énergie. Les problèmes clefs d'une informatisation sont la modélisation des informations et des connaissances dont elles sont la stabilisation décontextualisée, et l'élaboration des formats d'échange et de manipulation des informations. Alors que pour une numérisation, le problème est celui d'élaborer un codage permettant de traiter numériquement les transformations d'énergie associées au phénomène étudié, pour l'informatisation le problème est celui d'échanger les informations.

Dans l'informatisation, le traitement de l'information n'est pas seulement l'opérationnalisation d'un modèle, mais constitue le modèle lui-même. C'est pourquoi dans l'informatisation, la modélisation est une étape qui doit être prise en

charge par les outils logiques et informatiques, alors que dans la numérisation, la modélisation est prise en charge par des outils mathématiques du continu que l'informatique se charge ensuite d'opérationnaliser.

Inscription : concept général de la théorie du support. Toute connaissance n'est effective qu'à partir du moment où elle est *inscrite* sur un support, dont la structure matérielle prescrit et conditionne la réalisation d'actions possibles. Puisque le support associé possède les propriétés que ce qui est appelé ici *technique*, on parlera, dans le cas général, d'*inscription technique*. Les inscriptions techniques se spécialisent selon le type de connaissance associée :

Inscription instrumentale : une inscription est *instrumentale* quand le support technique associé prescrit un *faire*, c'est-à-dire une action dans le *monde des choses*. C'est alors un *objet technique* prescrivant des *actions de transformation*.

Inscription sémiotique : on a affaire à une inscription *sémiotique* quand le support technique associé prescrit un *explicitier*, c'est-à-dire une action dans le *monde des représentations*. C'est alors un *objet technique* prescrivant des *actions d'explicitation* dans un code de communication.

L'inscription peut également être caractérisée selon la nature matérielle du support impliqué. On distinguera alors :

Inscription matérielle : l'inscription est *matérielle* quand le support technique est un objet matériel externe au corps propre de la conscience pour laquelle il y a une connaissance et une prescription associée à l'inscription.

Inscription corporelle : l'inscription est *corporelle* quand le support technique est le corps propre de la conscience pour laquelle il y a une connaissance associée à l'inscription.

Instrument : objet technique prescrivant des actions pratiques.

Logos : terme d'origine grec signifiant à la fois le discours, la pensée et la science. Comme on ne pense qu'à travers un discours, et qu'un discours digne de ce nom ne peut être qu'un discours portant sur ce qui est et est vrai, il y a une espèce d'équivalence entre discours, pensée et science. Le latin distinguera quant à lui entre discours (*oratio*) et pensée (*ratio*). Le logos comme science est toujours employé au singulier dans la mesure où la connaissance est une et unique. Cependant, nous avons mobilisé une conception selon laquelle il fallait au contraire concevoir une pluralité épistémologique, où des approches scientifiques renvoient à des paradigmes différents. Nous distinguons le paradigme de la répétition, paradigme des sciences de la nature où le fait observé est rapporté à une mesure manifestant la régularité des lois, et le paradigme de la caractérisation, paradigme des sciences de la culture où le fait observé est un fait interprété, une valeur, rapportée à des normes et conventions dont il est autant la réalisation que la déviation. La déviation n'invalide pas la loi générale, mais enrichit le parcours interprétatif. Dans ce cadre, la technologie est la conception de la technique sous l'égide des sciences de la nature et des sciences de la culture, dans la mesure où la technique est autant la réalisation de dispositif mobilisant des lois de la nature que l'inscription de ce

dispositif dans une réalité humaine et culturelle, reposant sur des normes et conventions de la tradition (médiation temporelle) et de la culturelle (médiation spatiale).

Métonymie : figure rhétorique consistant à prendre un terme à la place d'un autre avec lequel il entretient une relation nécessaire. L'ingénierie des connaissances prend pour nous une appellation métonymique dans la mesure où la connaissance entretient une relation nécessaire avec l'inscription matérielle : toute connaissance est ancrée dans un support matériel, dont elle est l'interprétation. L'ingénierie, activité technique, ne peut prendre pour objet qu'une réalité matérielle effective. Autrement dit, l'ingénierie peut prendre pour objet les inscriptions matérielles des connaissances. Mais par métonymie, on parlera de manière plus concise d'ingénierie des connaissances au lieu d'ingénierie des inscriptions de connaissances.

Métadonnées : données permettant à un système de manipuler d'autres données. Ces données sont par conséquent des données de contrôle, qui paramètrent et prescrivent l'exploitation que peut effectuer un système des données qui lui sont soumises. Littéralement, les métadonnées sont donc des données sur les données, mais il est plus exact de les considérer comme des *informations rendant des données exploitables pour un système*.

Des métadonnées peuvent alors être la cote bibliographique d'un ouvrage, permettant à un système, composé d'une bibliothèque et de bibliothécaires, de manipuler les ouvrages : les ranger à leur place, les retrouver en fonction des demandes. L'informatisation croissante des processus de traitement d'information implique l'acceptation du terme de « métadonnée » qui est le plus souvent réservé aux systèmes informatiques.

Une métadonnée n'est pas un descripteur du contenu : en effet, le descripteur ne prescrit pas obligatoirement une exploitation du contenu. En revanche, les index sont des métadonnées.

Morphème : unité signifiante en langue ne pouvant pas être décomposée en plus petites unités signifiantes en langue. Par exemple, *ré*tro est un morphème dans lequel les unités *ré* et *tro* ne sont pas signifiantes : il n'y a pas de signification associées à ces deux unités. Les morphèmes sont des unités de première articulation. Ils se distinguent des phonèmes qui sont les plus petites unités de la forme de manifestation dont l'altération provoque un changement de signification.

Noème : terme désignant un objet en tant qu'il est pensé par l'esprit, tel qu'il est pensé par ce dernier. Le noème est donc indissociable de la signification que l'on accorde à un objet et correspond au sens de l'objet. L'usage de ce terme a été introduit par E. Husserl dans le contexte de la phénoménologie. Il a été repris par R. Barthes pour déterminer le noème de la photographie, c'est-à-dire ce qui était compris, pensé et supposé dans toute photographie : le « ça a été ». Nous proposons de caractériser le noème du numérique comme le « ça a été manipulé » pour souligner que, par essence du numérique, tout contenu est toujours le résultat d'une manipulation ou calcul.

Numérisation : processus selon lequel un phénomène physique et les transformations associées sont traduits en transformations numériques. Numérisées,

les transformations peuvent être soumises à des traitements d'information. Contrairement à l'informatisation, le traitement d'information n'intervient pas dans la modélisation des phénomènes, mais uniquement dans l'opérationnalisation informatique du modèle obtenu par d'autres moyens. C'est par exemple la modélisation physique d'un phénomène par des équations différentielles, que l'on traduit par la suite en algorithmes pour rendre effectif le modèle. Le modèle des phénomènes ne correspond pas aux algorithmes, mais aux équations différentielles. Le programme n'est pas le modèle, mais l'opérationnalisation du modèle.

Numérique : terme permettant de désigner un système arithmétique formalisant une réalité donnée. Le numérique possède par conséquent les propriétés du formel auxquelles sont ajoutées les opérations arithmétiques et les calculs associés. Le numérique correspond aux systèmes formels couvrant la totalité du calculable, c'est-à-dire des traitements d'information effectuables par une machine. De manière théorique, on peut assimiler la notion de numérique au récursif, et considérer en suivant la thèse de Church, que tout ce qui est calculable peut être formalisé en un calcul numérique.

Le numérique hérite des propriétés du formel, à savoir de manipuler formellement des signes discrets. Par conséquent, toute donnée, sous forme numérique, est potentiellement issue d'un calcul. C'est pourquoi l'essence du numérique, ce que l'on peut appeler le *noème du numérique* est « ça a été manipulé ».

Objet : Objet sur lequel une connaissance porte. Un objet est le corrélat d'une action possible, ce sur quoi porte l'action.

Objet pratique : objet d'une connaissance pratique.

Objet théorique : corrélat intentionnel des explicitations produites par un groupe de connaissances théoriques reconnues équivalentes pour un point de vue donné.

Ontologie : l'ontologie est la signature fonctionnelle et relationnelle, munie de sa sémantique, d'un langage formel de représentation et manipulation de connaissances.

La sémantique s'explicité de trois manières : si on considère les libellés des relations et concepts comme des unités linguistiques, la sémantique est différentielle et l'ontologie interprétative. On construit alors un arbre de concepts, un arbre de relations, structurés tous deux par des relations linguistiques. Si on considère les libellés comme des prédicats et fonctions d'un langage formel, la sémantique choisie est formelle et référentielle. L'ontologie est alors dite ontologie référentielle et sa structure est celle d'un treillis. Pour les concepts communs avec l'ontologie interprétative, le treillis doit respecter la structure arborescente prescrite par cette dernière. Pour les concepts propres à l'ontologie référentielle, c'est-à-dire construit seulement par rapport à la sémantique formelle, la structure peut être celle du treillis. Si on considère les libellés comme des primitives pour prescrire des calculs, inférences logiques, descriptions documentaires, etc., la sémantique est opérationnelle : l'ontologie se définit comme une *ontologie computationnelle*. Le concept se définit par

les opérations qu'il déclenche (*e.g.* un concept formel se définit par les règles d'inférence dont il est une prémisse). La structure de l'ontologie computationnelle reflète celle de l'ontologie référentielle.

Ontologie interprétative : arbre de libellés considérés comme des unités linguistiques. Leur sémantique est linguistique, en suivant le paradigme différentiel. La structure de l'arbre prescrit la manière d'interpréter linguistiquement les libellés. C'est la position dans l'arbre qui donne la sémantique du concept. Il y a un arbre pour les concepts, un arbre pour les relations.

L'ontologie interprétative est le côté conceptuel d'une terminologie. Les concepts de l'ontologie interprétative n'ont pas tous une forme signifiante régulière attestée en langue. L'ontologie peut donc être plus riche que la terminologie. Dans ce cas, l'ontologie interprétative propose un terme pour le concept, et prescrit son usage, dans l'optique d'une normalisation du domaine par la terminologie.

Ontologie référentielle : treillis de prédicats formels : un treillis de concepts, un treillis de relations. Les prédicats possèdent une sémantique référentielle : les prédicats ont une dénotation ensembliste dans l'univers de référence.

Le treillis, restreint aux concepts et relations de l'ontologie interprétative, se réduit aux arbres ontologiques de cette dernière. L'ontologie référentielle peut cependant posséder des prédicats ne possédant pas d'équivalent dans l'ontologie interprétative. Ces prédicats se définissent uniquement en termes d'opérations ensemblistes (intersection / union) sur des prédicats préexistants de l'ontologie référentielle et se placent dans le treillis en fonction de ces opérations.

Ontologie computationnelle : treillis de primitives computationnelles. Ces primitives prescrivent des calculs et activent des opérations : des inférences, une structure documentaire dont on effectue l'instanciation, etc.

Orthothèse : concept proposé par B. Stiegler. Il caractérise le fait que des techniques de la mémoire permettent de poser (*thèse*) exactement (*ortho*) ce qu'elles enregistrent. Ainsi, l'écriture alphabétique, contrairement aux pictogrammes, permettent de poser exactement un discours. L'enregistrement du son permet de consigner exactement ce qui est entendu, etc. L'exactitude n'est jamais parfaite : si l'enregistrement restitue exactement un contenu, dont la nature n'est pas interrogée (Platon a bien écrit ici « démon »), il donne lieu à des interprétations : a-t-il sous entendu une intonation interrogative, ironique, etc. ?

Selon le glossaire proposé ici, l'orthothéticité caractérise les inscriptions sémiotiques prescrivant exactement une explicitation canonique. Par exemple, la lecture d'une écriture alphabétique prescrit exactement la formation des mots dans la pensée.

Phonème : les phonèmes sont les plus petites unités de la forme de manifestation (parole) dont l'altération provoque un changement de signification. Par

exemple, le « i » long et le « i » court en français ne constituent pas des phonèmes distincts. Prononcer un mot comme *ville* avec un « i » long ou court ne change pas le signifié de ce mot. En revanche, en anglais, *sheep* et *ship* sont deux mots de signifié différent, s'opposant du point de leur manifestation sonore uniquement par l'opposition d'un « i » long et d'un « i » court. On dit que les phonèmes sont des unités de seconde articulation. Les langues naturelles renvoient par conséquent à une double articulation.

Prédicat : fonction dont le domaine est un ensemble quelconque et le codomaine $\{Vrai, Faux\}$.

Primitives : une primitive est une unité indécomposable possédant une signification non contextuelle. Les primitives se combinent en expression selon des règles syntaxiques; la signification de l'expression est alors fonction de la signification des primitives qui la composent. La signification d'une primitive ne dépend pas de la signification des expressions qui la contiennent : d'une part, les primitives possèdent toujours la même signification dans toutes les expressions qui les emploient, d'autre part il n'est pas nécessaire de connaître le sens d'une expression en contexte pour définir le sens des primitives qu'elle contient. *Primitive* s'oppose à *composante*. Une composante est une unité décomposable dont la signification peut varier en contexte. La composante se définit a posteriori, à partir des expressions en contexte qui la comprennent. La primitive se définit a priori, et les expressions qui la comprennent reçoivent une signification à partir des primitives. typiquement, les sèmes sont des composantes, les prédicats d'un système formel sont des primitives.

Recherche d'information : processus consistant à présenter des documents contenant une information recherchée. L'information recherchée n'est pas explicitement extraite ou formatée, comme dans l'extraction d'information.

Schème : dans la philosophie kantienne, le schème est ce qui permet d'articuler un concept aux phénomènes qu'il subsume. Le schème peut être compris comme la règle ou le procédé permettant d'obtenir une réalisation phénoménale, dans l'ordre de l'espace - temps de l'expérience, d'un concept. La relation entre le concept et cette réalisation peut être plus ou moins lâche : pour un concept empirique (par exemple « table »), catégorisant un objet de l'expérience, le schème est un exemple d'objet tombant sous le concept. Pour un concept abstrait, de l'entendement pur, par exemple « cause », le schème est une règle qui indique comment associer la donation empirique du phénomène au concept, par exemple la succession irréversible des phénomènes. Pour un concept moral, le schème sera le type d'une loi de la nature suivant cette loi morale, et enfin un concept pur de la raison aura pour schème un symbole.

Sémantique : Etude des significations associées à des unités d'expression. La sémantique correspond à des significations différentes selon le point de vue associé :

Sémantique différentielle : le sens de l'unité linguistique est l'identité et la différence qu'elle entretient en langue avec les autres unités. Cette sémantique est intralinguistique et permet à la linguistique de rester autonome dans ses objets et méthodes.

Sémantique référentielle ou dénotationnelle : le sens de l'unité d'expression est l'objet auquel elle fait référence. Prélevé dans un univers de référence extralinguistique, le référent relève d'une autre approche que la linguistique, en fait de la théorie permettant de définir les objets de cet univers. On dit alors que la sémantique est renvoyée à une ontologie (au sens de théorie de l'être) ces objets existant dans cet univers de référence.

Sémantique psychologique : le sens de l'unité d'expression est la représentation mentale que l'on s'en fait. La sémantique dépend alors d'une théorie psychologique des représentations mentales.

La sémantique ne se distingue pas seulement par la manière de formuler ou d'expliciter la signification des unités d'expression, mais également par la relation au matériau empirique. Dans ce cadre, on distingue pour la linguistique :

Sémantique distributionnelle : en reposant sur l'hypothèse que la signification des unités conditionne leur emploi, la sémantique distributionnelle veut déterminer la signification des unités à partir de l'observation de leur distribution dans des corpus attestés.

Sémantique conceptuelle : la sémantique conceptuelle explicite la signification des unités d'expression en termes de concepts. Le point de vue n'est pas celui de l'observation empirique de la distribution en corpus, mais celui de la modélisation de la signification à partir des concepts du domaine.

Sème : terme de la linguistique, il est central dans la sémantique différentielle ; il désigne les traits de signification. Par exemple, *rétrograde* possède le trait de signification ou sème /péjoratif/. Techniquement, un sème est l'extrémité d'une relation fonctionnelle binaire entre sémèmes (signifié d'un morphème). Par exemple, le sémème de *bistouri* est relié au sémème de *scalpel* par une relation d'opposition, où l'extrémité dans le sémème //bistouri// est le sème /pour les vivants/ et dans le sémème //scalpel// l'extrémité est /pour les morts. Les relations sont classiquement l'opposition ou l'identité. Par exemple, *bistouri* et *scalpel* partagent le sème /outil tranchant/.

Sémème : signifié d'un morphème, c'est-à-dire d'une unité signifiante en langue ne pouvant pas être décomposée en plus petites unités signifiantes en langue. Par exemple, *rétro* est un morphème dans lequel les unités *ré* et *tro* ne sont pas signifiantes : il n'y a de signification associée qu'à l'union de ces deux unités. Le sémème peut se comprendre comme l'ensemble des traits de signification ou sèmes associés à un morphème dans un contexte d'usage donné.

Sens : le sens d'une unité linguistique correspond à son signifié dans un contexte donné d'utilisation. C'est le signifié en contexte.

Signification : la signification d'une unité linguistique correspond à son signifié hors contexte. La signification est une reconstruction artificielle des linguistes permettant de caractériser des unités pourvues de signification indépendamment de leur emploi. Le dictionnaire propose des significations. L'usage en contexte altère les significations dans la mesure où les significations exercent des contraintes les unes sur les autres. Cela ne signifie pas que le sens des

discours se construit à partir de significations préexistantes des unités qui les composent, mais que le discours propose des usages attestés en contexte que le linguiste idéalise et rationalise en signification non contextuelle. On peut le comprendre comme une factorisation de ce qui est commun aux différents usages.

Sublunaire/Supralunaire : dans la cosmologie antique, l'univers comprend deux grandes régions. La région dite « sublunaire », correspondant à sphère délimitée par l'orbe de la lune, c'est-à-dire la terre et le ciel, correspond au monde de la génération et de la corruption, où les choses naissent, vivent et meurent, apparaissent, changent et disparaissent. Ce monde sublunaire, monde du changement, est un monde de la contingence. La région dite « supralunaire » correspond aux cieux au-delà de l'orbe de la lune. Cette région est le monde de la régularité et de la nécessité, où les choses se répètent inlassablement. Le monde supralunaire reflète et incarne la perfection divine. Ces deux mondes, sublunaire et supralunaires, sont radicalement opposés et ne peuvent être décrits par de mêmes lois physiques ni par une même science. Il faudra attendre la révolution galiléo-cartésienne pour qu'il y ait unification des régions de l'univers et qu'une même physique entreprenne d'en décrire et étudier les lois.

Substrat d'inscription : support physique prêtant sa matérialité pour inscrire une forme interprétable (lettres), utilisable (signal magnétique) ou calculable (code binaire). Selon la théorie du support, les propriétés du substrat ont un impact sur l'intelligibilité du contenu inscrit.

Support : un support est un support d'inscription, au sens où il s'agit d'un objet technique prescrivant une action possible. Un support est donc un objet technique correspondant à l'inscription d'une connaissance. Le support est alors dit *support technique*. De la même manière que l'on distingue des inscriptions instrumentales et sémiotiques, on distinguera des supports instrumentaux et des supports sémiotiques :

Support instrumental : le support technique est instrumental quand l'action prescrite par la structure matérielle est un faire ou une transformation dans le monde des choses. Le support instrumental fait signe pour une action. Il correspond à l'interprétant final de Peirce, où la sémiotie se convertit en énergie, c'est-à-dire le procès d'interprétation donne lieu à un *habitus*, une action inscrite dans la structure des choses, sans qu'il y ait matière à interprétation.

Support sémiotique : le support technique est sémiotique quand l'action prescrite par la structure matérielle est un expliciter dans un code de communication. Le support sémiotique fait signe pour une reformulation : la structure matérielle est interprétée pour produire de nouveaux signes.

Technique : est technique tout ce qui, par sa structure matérielle, prescrit et commande la réalisation d'actions possibles. La technique est alors l'*inscription matérielle des connaissances* correspondant à ces actions possibles.

Technologie : articulation entre l'activité technique et un savoir scientifique, un *logos*. Ce savoir scientifique peut être élaboré en premier lieu, la technologie

correspond alors au déploiement technique du corpus scientifique. Elle peut également être une rationalisation a posteriori d'une pratique technique, permettant souvent de réélaborer les solutions techniques et de les renouveler. Le savoir scientifique mobilisé est classiquement issu des sciences de la nature. Notre conception de la technologie milite pour une pluralité épistémologique où les sciences de la nature et de la culture sont convoquées pour élaborer et rationaliser la pratique technique, qui est toujours tant la cause que la conséquence des savoirs scientifiques de la nature et de la culture.

Terme : unité linguistique dont le signifié est un *concept*, c'est-à-dire un signifié normé. Le terme se manifeste linguistiquement par une stabilité et régularité de sa forme signifiante. En particulier, un terme possède des contextes d'occurrence réguliers, obéissant à des canevas morpo-syntaxiques typiques. La détection de ces canevas est à la base des outils de détection des termes en corpus.

Un terme peut posséder des variantes terminologiques. Dans une optique normative, on détermine une forme préférée.

Terminologie : Recensement et organisation d'unités linguistiques à l'usage stabilisé et attesté, dont le signifié correspond à un concept du domaine. La terminologie est l'organisation des termes du domaine.

La terminologie est la face linguistique de l'ontologie, qui en est le côté conceptuel. Il n'y a pas une stricte correspondance cependant entre ontologie et terminologie : si tout terme doit correspondre à un concept de l'ontologie, tout concept n'a pas forcément d'usage linguistique régulier attesté.

Bibliographie

- [Adorno and Horckheimer, 1974] Adorno, T. A. and Horckheimer, M. (1974). *La dialectique de la raison*. Gallimard, Paris.
- [Alféri, 1989] Alféri, P. (1989). *Guillaume d'Ockham le singulier*. Minuit, Paris.
- [Andler, 1992] Andler, D., editor (1992). *Introduction aux sciences cognitives*. Gallimard, Paris.
- [André, 2003] André, J., editor (2003). *Unicode .: Document numérique*. Hermès, Paris.
- [Aquien and Molinié, 1999] Aquien, M. and Molinié, G. (1999). *Dictionnaire de rhétorique et de poétique*. La pochothèque. Le livre de poche, Paris.
- [Aristote, 1959] Aristote (1959). *Organon I et II : Les catégories & De l'interprétation*. Librairie philosophique Jean Vrin, Paris. Trad. Tricot.
- [Aristote, 1965] Aristote (1965). *Ethique de Nicomaque*. Garnier-Flammarion, Paris.
- [Assoun, 1987] Assoun, P.-L. (1987). *L'École de Francfort. Que sais-je?* Presses Universitaires de France, Paris.
- [Aubenque, 1963] Aubenque, P. (1963). *La prudence chez Aristote*. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Aubenque, 1990] Aubenque, P. (1990). *Le problème de l'être chez Aristote*. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Auffret, 2000] Auffret, G. (2000). *Structuration de documents audiovisuels et publication électronique : Constitution d'une chaîne éditoriale numérique pour la mise en ligne de collections audiovisuelles*. Thèse de doctorat, Université de Technologie de Compiègne.
- [Auroux, 1995] Auroux, S. (1995). *La révolution technologique de la grammatisation*. Mardaga.
- [Auroux, 1998] Auroux, S. (1998). *La raison, le langage et les normes*. Sciences, modernités, philosophies. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Aussenac, 1989] Aussenac, N. (1989). *Conception d'une méthodologie et d'un outil d'acquisition de connaissances expertes*. Thèse de doctorat, Université Paul Sabatier de Toulouse.
- [Aussenac-Gilles et al., 2003a] Aussenac-Gilles, N., Biebow, B., and Sulzman, S. (2003a). D'une méthode à un guide pratique de modélisation des connaissances à partir de textes. In *5e journées Terminologie et Intelligence Artificielle*, pages 41-53, Strasbourg, France.

- [Aussenac-Gilles et al., 2003b] Aussenac-Gilles, N., Bourigault, D., and Teulier, R. (2003b). Analyse comparative de corpus : cas de l'ingénierie des connaissances. In Dieng-Kuntz, R., editor, *IC'2003*, Laval.
- [Aussenac-Gilles et al., 1992] Aussenac-Gilles, N., Krivine, J.-P., and Sallantin, J. (1992). Editorial. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 6(1-2) :7-18. Numéro spécial sur l'Acquisition des connaissances.
- [Austin, 1991] Austin, J. L. (1991). *Quand dire, c'est faire*. Point. Le Seuil, Paris, original edition : how to do things with words? edition.
- [Bachimont, 1994] Bachimont, B. (1994). *Le contrôle dans les systèmes à base de connaissances. Contribution à l'épistémologie de l'intelligence artificielle*. Hermès, Paris. Seconde édition revue et augmentée.
- [Bachimont, 1996] Bachimont, B. (1996). *Herméneutique matérielle et Artéfacture : des machines qui pensent aux machines qui donnent à penser ; Critique du formalisme en intelligence artificielle*. Thèse de doctorat d'épistémologie, Ecole Polytechnique.
- [Bachimont, 1997] Bachimont, B. (1997). L'artéfacture entre herméneutique de l'objectivité et herméneutique de l'intersubjectivité : un projet pour l'intelligence artificielle. In Salanskis, J.-M., Rastier, F., and Sheps, R., editors, *Herméneutique : Textes, Sciences*, pages 301 - 330. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Bachimont, 1998] Bachimont, B. (1998). Bibliothèques numériques audiovisuelles : des enjeux scientifiques et techniques. *Document numérique*, 2-3.
- [Bachimont, 2000a] Bachimont, B. (2000a). Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances. In Charlet, J., Zacklad, M., Kassel, G., and Bourigault, D., editors, *Ingénierie des connaissances, évolutions récentes et nouveaux défis*. Eyrolles, Paris.
- [Bachimont, 2000b] Bachimont, B. (2000b). L'archive numérique, entre authenticité et interprétabilité. *Archives*, 32(1) :3-15.
- [Bachimont, 2000c] Bachimont, B. (2000c). L'intelligence artificielle comme écriture dynamique : de la raison graphique à la raison computationnelle. In Petitot, J. and Fabbri, P., editors, *Au nom du sens*, pages 290-319. Grasset.
- [Bachimont, 2001] Bachimont, B. (2001). Modélisation linguistique et modélisation logique des ontologies : l'apport de l'ontologie formelle. In *IC'2001*, Grenoble.
- [Bachimont, 2002] Bachimont, B. (2002). Dossier patient et lecture hypertextuelle. problématique et discussion. *Les cahiers du numérique*, 2(2).
- [Bachimont, 2003] Bachimont, B. (2003). L'indexation multimédia. In Stéfanini, M.-H. and Gaussier, E., editors, *Assistance intelligente à la recherche d'information*. Hermès, Paris.
- [Bachimont et al., 2002a] Bachimont, B., Cailleau, I., Crozat, S., Majada, M., and Spinelli, S. (2002a). Le procédé scenari : Une chaîne éditoriale pour la production de supports numériques de formation. In Frasson, C. and Pécuchet, J.-P., editors, *TICE*, Lyon.
- [Bachimont et al., 2002b] Bachimont, B., Cailleau, I., Crozat, S., Majada, M., and Spinelli, S. (2002b). Outils auteurs : approche industrielle versus approche artisanale. In *ARIADNE'2002*, Lyon.

- [Bachimont et al., 2003] Bachimont, B., Malaisé, V., and Zweigenbaum, P. (2003). Vers une combinaison de méthodologies pour la structuration de termes en corpus : premier pas vers des ontologies dédiées à l'indexation de documents audiovisuels. In *ISKO-France : L'organisation des connaissances : approches conceptuelles*, Grenoble.
- [Bachimont et al., 2002c] Bachimont, B., Troncy, R., and Isaac, A. (2002c). Semantic commitment for designing ontologies : a proposal. In *EKAW*, Siquenza, Spain. Springer Verlag.
- [Barthes, 1980] Barthes, R. (1980). *La chambre claire : Note sur la photographie*. Cahiers du Cinéma. Gallimard Le Seuil, Paris.
- [Baudet, 2003] Baudet, J. (2003). *Nouvel abrégé d'histoire des mathématiques*. Vuibert, Paris.
- [Bechhofer et al., 2001] Bechhofer, S., Horrocks, I., Goble, C., and Stevens, R. (2001). Oiled : a reasonable ontology editor for the semantic web. In *Joint German/Austrian Conference on Artificial Intelligence (KI'01)*, volume 2174 of *Lecture Notes on Artificial Intelligence*, pages 396–408, Vienne, Autriche. Springer Verlag.
- [Bechtel and Abrahamsen, 1993] Bechtel, W. and Abrahamsen, A. (1993). *Le connexionisme et l'esprit ; Introduction au traitement parallèle par réseaux*. Editions La Découverte, Paris.
- [Benoist, 1999] Benoist, J. (1999). *L'a priori conceptuel : Bolzano, Husserl, Schlick*. Vrin, Paris.
- [Benoist, 2000] Benoist, J. (2000). Pourquoi il n'y a pas d'ontologie formelle chez bolzano. *Les Études Philosophiques*, 4(Numéro spécial « Bolzano ») :505–518.
- [Benoist, 2001] Benoist, J. (2001). *Intentionnalité et langage dans les Recherches logiques de Husserl*. Épiméthée. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Bergson, 1990] Bergson, H. (1990). *Matière et Mémoire*. Presses Universitaires de France.
- [Betaille et al., 2001] Betaille, H., Nanard, J., and Nanard, M. (2001). Opales : An environment for sharing knowledge between experts working on multimedia archives. In *Museums and the Web*, pages 145–154, Seattle.
- [Biard, 1997] Biard, J. (1997). *Guillaume d'Ockham : Logique et Philosophie*. Philosophies. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Bimbo, 1999] Bimbo, A. D. (1999). *Visual Information Retrieval*. Elsevier.
- [Bloch, 1935] Bloch, M. (1935). Les inventions médiévales. *Les Annales d'histoire économique et sociale*, 36.
- [Bottéro, 1987] Bottéro, J. (1987). *Mésopotamie L'écriture, la raison et les dieux*. Gallimard, Paris.
- [Bouaud et al., 2000] Bouaud, J., Habert, B., Nazarenko, A., and Zweigenbaum, P. (2000). Regroupements issus de dépendances syntaxiques sur un corpus de spécialité : catégorisation et confrontation à deux conceptualisations du domaine. In Charlet, J., Zacklad, M., Kassel, G., and Bourigault, D., editors, *Ingénierie des connaissances : Évolutions récentes et nouveaux défis*, pages 275–290. Eyrolles, Paris.

- [Bouaud et al., 1998] Bouaud, J., Séroussi, B., Antoine, E.-C., Gozy, M., Khayat, D., and Boisvieux, J.-F. (1998). Hypertextual navigation operationalizing generic clinical practice guidelines for patient-specific therapeutic decisions. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 5(suppl.) :488–492.
- [Bougnoux, 2001] Bougnoux, D. (2001). *Introduction aux sciences de la communication*. Repères. La Découverte, Paris.
- [Bourg, 1996] Bourg, D. (1996). *L'homme Artifice*. Le Débat. Gallimard, Paris.
- [Bourg, 1999] Bourg, D. (1999). Technique. In Lecourt, D., editor, *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*, pages 913 – 917. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Bourigault, 1994] Bourigault, D. (1994). *LEXTER : un Logiciel d'EXtraction de Terminologie. Application à l'acquisition des connaissances à partir des textes*. PhD thesis, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.
- [Bourigault, 2002] Bourigault, D. (2002). Upery : un outil d'analyse distributionnelle étendue pour la construction d'ontologies à partir de corpus. In *TALN 2002*, pages 75–84, Nancy.
- [Brague, 1999] Brague, R. (1999). *La sagesse du monde : histoire de l'expérience humaine de l'univers*. Fayard, Paris.
- [Bray and DeRose, 1997] Bray, T. and DeRose, S. (1997). Extensible Markup Language (XML) : Part 2. Linking. Technical report, W3C.
- [Bray and Sperberg-McQueen, 1997] Bray, T. and Sperberg-McQueen, C. (1997). Extensible Markup Language (XML) : Part I. Syntax. Technical report, W3C.
- [Brunie, 1998] Brunie, V. (1998). *Reconstruction documentaire pour la lecture des hypertextes : problèmes et méthodes*. PhD thesis, Université de Technologie de Compiègne.
- [Callon et al., 2001] Callon, M., Lascoumes, P., and Barthes, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain ; essai sur la démocratie technique*. La couleur des idées. Seuil, Paris.
- [Callon and Latour, 1991] Callon, M. and Latour, B., editors (1991). *La science telle qu'elle se fait*. La Découverte, Paris.
- [Calvet, 1996] Calvet, L.-J. (1996). *Histoire de l'écriture*. Plon, Paris.
- [Carruthers, 2002a] Carruthers, M. (2002a). *Le livre de la mémoire : la mémoire dans la culture médiévale*. Argô. Macula, Paris.
- [Carruthers, 2002b] Carruthers, M. (2002b). *Machina Memorialis : méditation, rhétorique et fabrication des images au Moyen Âge*. Bibliothèque des histoires. Gallimard, Paris.
- [Cavallo and Chartier, 1997] Cavallo, G. and Chartier, R., editors (1997). *Histoire de la lecture dans le monde occidental*. Seuil, Paris.
- [Chahuneau, 1997] Chahuneau, F. (1997). XML, une voie de convergence entre SGML et HTML. *Document numérique*, 1.
- [Chakrabarti, 2002] Chakrabarti, S. (2002). *Mining the Web : Analysis of Hypertext and Semi Structured Data*. Morgan Kaufman.
- [Chandrasekaran, 1986] Chandrasekaran, B. (1986). Generic tasks in knowledge-based reasoning : High-level building blocks for expert systems design. *IEEE Expert*, 1(3) :23–30.

- [Charlet, 2001] Charlet, J. (2001). Ingénierie des connaissances : un domaine scientifique, un enseignement? In Charlet, J., editor, *IC'2001*, pages 233–252, Grenoble.
- [Charlet, 2002] Charlet, J. (2002). *L'ingénierie des connaissances : Développements, résultats et perspectives pour la gestion des connaissances médicales*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Pierre et Marie Curie.
- [Charlet et al., 1998] Charlet, J., Bachimont, B., Brunie, V., Kassar, S. E., Zweigenbaum, P., and Boisvieux, J.-F. (1998). Hospitexte : Towards a document-based hypertextual electronic medical records. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 5(suppl) :713–717.
- [Charlet et al., 2003] Charlet, J., Bachimont, B., and Troncy, R. (2003). Ontologies pour le web sémantique. Rapport de l'action spécifique web sémantique, CNRS.
- [Chartier, 1997] Chartier, R. (1997). *Le livre en révolutions*. Textuel, Paris.
- [Chein and Mugnier, 1992] Chein, M. and Mugnier, M.-L. (1992). Conceptual graphs : Fundamental notions. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 6(4) :365–406.
- [Chellas, 1980] Chellas, B. F. (1980). *Modal Logic, an Introduction*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [Chiariglione, 1996] Chiariglione, L. (1996). MPEG and multimedia communications. In *ISCE'96*.
- [Clavelin, 1996] Clavelin, M. (1996). *La philosophie naturelle de Galilée*. Bibliothèque de l'Évolution de l'Humanité. Albin Michel, Paris.
- [Clément et al., 1997] Clément, P., Scheps, R., and Stewart, J. (1997). Umwelt et interprétation. In Salanskis, J.-M., Rastier, F., and Scheps, R., editors, *Herméneutique : textes, sciences*, pages 209–232. Presses Universitaires de France, Paris.
- [(Convenor), 1996] (Convenor), C. (1996). Description of MPEG-4. Technical report, Document ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N1410.
- [(Convenor), 1997] (Convenor), C. (1997). MPEG-7 : Context and objective (v.2). Technical report, Document ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N1578.
- [Courounet and Consortium-OPALES, 2003] Courounet, P. and Consortium-OPALES (2003). Rapport final du projet opales. Technical report, INA.
- [Crevier, 1997] Crevier, D. (1997). *A la recherche de l'intelligence artificielle*. Flammarion, Paris.
- [Dastur, 1999] Dastur, F. (1999). *Heidegger et la question du temps*. Philosophies n°26. Presses Universitaires de France, Paris.
- [David et al., 1993] David, J.-M., Krivine, J.-P., and Simmons, R., editors (1993). *Second Generation Expert Systems*. Springer-Verlag.
- [Debray, 1991] Debray, R. (1991). *Cours de médiologie générale*. Gallimard, Paris.
- [Debray, 2000] Debray, R. (2000). *Introduction à la médiologie*. Collection Premier Cycle. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Denel, 1998] Denel, F. (1998). La télévision objet d'étude. In Delmas, B., Denel, F., and Stiegler, B., editors, *Conférence INA : la dimension audiovisuelle de l'information et de la documentation*, pages 18–32, Bry sur Marne. INA.

- [DeRose and Durand, 1994] DeRose, S. J. and Durand, D. G. (1994). *Making HyperMedia Work : a User Guide to HyTime*. Kluwer Academic Press.
- [Desbordes, 1996] Desbordes, F. (1996). *La rhétorique antique : l'art de persuader*. Hachette supérieur : langues et civilisations anciennes. Hachette, Paris.
- [d'Ockham, 1993] d'Ockham, G. (1993). *Somme de Logique*. T.E.R., Mauzevin, 2eme edition.
- [Dubois, 2000] Dubois, C. (2000). *Heidegger, introduction à une lecture*. Points Essais. Le Seuil, Paris.
- [Eisenstein, 1991] Eisenstein, E. L. (1991). *La révolution de l'imprimé dans l'europe des premiers temps modernes*. Editions La Découverte, Paris.
- [Ellul, 1954] Ellul, J. (1954). *La technique ou l'enjeu du siècle*. Armand Colin, Paris.
- [Ermine, 1996] Ermine, J.-L. (1996). *Les systèmes de connaissances*. Hermès, Paris.
- [Fensel et al., 2002] Fensel, D., Wahlster, W., Liebermann, H. L., and Hendler, J., editors (2002). *Spinning the Semantic Web : Bringing the World Wide Web to Its Full Potential*. MIT Press.
- [Flichy, 1995] Flichy, P. (1995). *L'innovation technique : récents développements en sciences sociales ; vers une nouvelle théorie de l'innovation*. Sciences et Société. La Découverte, Paris.
- [Fodor, 1975] Fodor, J. (1975). *The Language of Thought*. Harvard University Press.
- [Foucault, 1975] Foucault, M. (1975). *Surveiller et punir*. Gallimard, Paris.
- [Frege, 1969] Frege, G. (1969). *Les fondements de l'arithmétique*. L'ordre philosophique. Éditions du Seuil, Paris.
- [Frege, 1971] Frege, G. (1971). *Über Sinn und Bedeutung*. In Imbert, C., editor, *Frege : Ecrits philosophiques et logiques*. Editions du Seuil, Paris.
- [Gibson et al., 1998] Gibson, D., Kleinberg, J., and Raghavan, P. (1998). Inferring web communities from link topology. In *9th ACM conference on Hypertext and Hypermedia*.
- [Gibson, 1979] Gibson, J. J. (1979). *The ecological Approach to Visual Perception*. Lawrence Erlbaum Associates, Boston.
- [Gilson, 1981] Gilson, E. (1981). *L'être et l'essence*. Librairie Philosophique Jean Vrin, Paris.
- [Gochet and Gribomont, 1990] Gochet, P. and Gribomont, P. (1990). *Logique, Tome 1, 2*. Hermès.
- [Gochet and Gribomont, 2000] Gochet, P. and Gribomont, P. (2000). *Logique, volume 3*. Hermès, Paris.
- [Goody, 1979] Goody, J. (1979). *La raison graphique, la domestication de la pensée sauvage*. Les Editions de Minuit, Paris.
- [Goody, 1985] Goody, J. (1985). *La logique de l'écriture*. Armand Colin.
- [Goody, 1994] Goody, J. (1994). *Entre l'oralité et l'écriture*. Ethnologies. Presses Universitaires de France, Paris. Titre anglais : *The Interface between the Oral and the Written*, Cambridge University Press, 1993.

- [Gruber, 1993] Gruber, T. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5 :199–220.
- [Guarino, 1995] Guarino, N. (1995). Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43("5/6") :625–640.
- [Haar, 1983] Haar, M., editor (1983). *Heidegger*. Cahier de l'Herne. Le livre de poche, Paris.
- [Habert and Abeillé, 2001] Habert, B. and Abeillé, A. (2001). *Les linguistiques de corpus*. Armand Colin, Paris.
- [Habert et al., 1998] Habert, B., Issac, F., and Salem, A. (1998). *De l'écrit au numérique*. Dunod, Paris.
- [Hadot, 1996] Hadot, P. (1996). *Qu'est-ce que la philosophie antique ?* Fayard, Paris.
- [Hafri et al., 2003a] Hafri, Y., Djeraba, C., and Bachimont, B. (2003a). Filtrage automatique de profils utilisateurs pour la prédiction de documents multimédias. In Guyennet, H. and Mostefaoui, A., editors, *Systèmes Multimédias du Serveur vers les Clients*. Dunod, Paris.
- [Hafri et al., 2003b] Hafri, Y., Djeraba, C., and Bachimont, B. (2003b). A markovian approach for web user profiling and clustering. In *PAKDD'2003, The Seventh Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pages 191–202, Séoul.
- [Hafri et al., 2003c] Hafri, Y., Djeraba, C., Bachimont, B., and Stanchev, P. (2003c). A web user profiling approach. In *APWeb'2003 : The fifth Asia Pacific Web Conference*, pages 227–238, China.
- [Harris, 1968] Harris, Z. (1968). *Mathematical Structures of Language*. Wiley and Sons, New-York.
- [Haudricourt, 1987] Haudricourt, A.-G. (1987). *La technologie science humaine*. Éditions de la maison des sciences de l'homme, Paris.
- [Hearst, 1992] Hearst, M. (1992). Automatic acquisition of hyponyms from large text corpora. In *13e International Conference on Computational Linguistics*, pages 539–545, Nantes.
- [Heidegger, 1958] Heidegger, M. (1958). *Essais et conférences*. Gallimard, Paris.
- [Heidegger, 1962] Heidegger, M. (1962). *Chemins qui ne mènent nulle part*. Gallimard, Paris.
- [Heidegger, 1976] Heidegger, M. (1976). *Questions IV*. Gallimard, Paris.
- [Heijenoort, 1967] Heijenoort, J. v. (1967). *From Frege to Gödel, A Source Book in Mathematical Logic, 1879-1931*. Harvard University Press.
- [Hodges, 1985] Hodges (1985). Truth in a structure. *Proceedings of the Aristotelian Society*, pages 135–151.
- [Husserl, 1957] Husserl, E. (1957). *Logique Formelle et Logique Transcendantale*. Presses Universitaires de France, Paris. Formale und Transzendente Logik. Versuch einer Kritik der logischen Vernunft, 1929, trad. Bachelard.
- [Hutchins, 1994] Hutchins, E. (1994). Comment le "cockpit" se souvient des vitesses. *Sociologie du travail*, 4 :451–473.

- [Illich, 1991] Illich, I. (1991). *Du lisible au visible : la naissance du texte. Sur l'art de lire de Hugues de Saint-Victor*. Le Cerf.
- [Jack, 1996] Jack, K. (1996). *Video Demystified : a Handbook for the Digital Engineer*. High Text Interactive & Harris Semiconductor.
- [Kant, 1986] Kant, E. (1986). *Critique de la Raison Pratique*. Presses Universitaires de France, Paris. Kritik der praktischen Vernunft, 1788, trad. Picavet.
- [Kant, 1995] Kant, E. (1995). *Critique de la faculté de juger*. Bibliothèque philosophique. Aubier, Paris.
- [Kant, 1997] Kant, E. (1997). *Critique de la raison pure*. Bibliothèque philosophique. Aubier, Paris.
- [Kassel, 2002] Kassel, G. (2002). Ontospec : une méthode de spécification semi-informelle d'ontologies. In Bachimont, B., editor, *13^e Journées Francophones d'Ingénierie des connaissances*, Rouen, France.
- [Kleinberg, 1998] Kleinberg, J. (1998). Authoritative sources in a hyperlinked environment. In *ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*.
- [Koenen et al., 1996] Koenen, R., Pereira, F., and Chiariglione, L. (1996). MPEG-4 : Context and objectives. Technical report, .
- [Koyré, 1966] Koyré, A. (1966). *Etudes galiléennes*. Hermann, Paris.
- [Koyré, 1973] Koyré, A. (1973). *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*. Gallimard, Paris.
- [La Mettrie, 1981] La Mettrie, J. O. d. l. (1981). *L'Homme-Machine*. Gonthier/Denoël, Paris.
- [Lalande, 1991] Lalande, A. (1991). *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*. Quadriges. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Latour, 1989] Latour, B. (1989). *La science en action*. La Découverte, Paris.
- [Latour and Woolgar, 1988] Latour, B. and Woolgar, S. (1988). *La vie de laboratoire, la production des faits scientifiques*. La Découverte, Paris.
- [Laurière, 1987] Laurière, J.-L. (1987). *INTELLIGENCE ARTIFICIELLE Résolution de Problèmes par l'Homme et la Machine*. Eyrolles, Paris.
- [Lefèbvre des Noëttes, 1931] Lefèbvre des Noëttes, R. (1931). *L'attelage et le Cheval de selle à travers les âges*. Picard, Paris.
- [Leroi-Gourhan, 1964] Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le geste et la parole*, volume "Tome 1 : Technique et Langage". Albin Michel, Paris.
- [Leroi-Gourhan, 1973] Leroi-Gourhan, A. (1973). *Milieu et technique*. Sciences d'aujourd'hui. Albin Michel, Paris.
- [Libera, 1994] Libera, A. d. (1994). *La querelle des universaux : de Platon à la fin du Moyen-Âge*. Des travaux. Seuil, Paris.
- [Libera, 1995] Libera, A. d. (1995). *L'art des généralités*. Aubier, Paris.
- [Libera, 1998] Libera, A. d. (1998). Introduction. In *Isagoge*, Sic et Non. Vrin, Paris.
- [Linster, 1993] Linster, M. (1993). Closing the gap between modeling to make sense and modeling to implement systems. *International Journal of Intelligent Systems*, 8(2) :209-230.

- [Loux, 1998] Loux, M. (1998). *Metaphysics, a Contemporary Introduction*. Routledge.
- [Lowe, 2002] Lowe, E. (2002). *A Survey of Metaphysics*. Oxford University Press, Oxford.
- [Lépine and Aussenac-Gilles, 1996] Lépine, P. and Aussenac-Gilles, N. (1996). Modélisation de la résolution de problèmes : comparaison de kads et macao sur une application juridique. In Aussenac-Gilles, N., Laublet, P., and Reynaud, C., editors, *Acquisition et ingénierie des connaissances : tendances actuelles*, pages 131–148. Cepaduès-éditions, Toulouse.
- [Lévy, 1990] Lévy, P. (1990). *Les technologies de l'intelligence ; L'avenir de la pensée à l'ère informatique*. La Découverte, Paris.
- [Manjunath et al., 2002] Manjunath, B., Salembier, P., and Sikora, T., editors (2002). *Introduction to MPEG-7 : Multimedia Content Description Interface*. John Wiley and Sons.
- [Martin, 1996] Martin, H.-J. (1996). *Histoire et pouvoirs de l'écrit*. Albin Michel, avec la collaboration de Bruno Delmas.
- [Martinet, 1980] Martinet, A. (1980). *Éléments de linguistique générale*. Armand Colin.
- [Mattelart and Mattelart, 1995] Mattelart, A. and Mattelart, M. (1995). *Histoire des théories de la communication*. Repères. La Découverte, Paris.
- [McDermott, 1988] McDermott, J. (1988). Preliminary steps toward a taxonomy of problem-solving methods. In Marcus, S., editor, *Automating Knowledge Acquisition for Expert Systems*, pages 225–255. Kluwer.
- [McLuhan, 1968] McLuhan, M. (1968). *Pour comprendre les médias*. Points Essais. Éditions du Seuil, Paris.
- [Meyer, 1999] Meyer, M., editor (1999). *Histoire de la rhétorique : des Grecs à nos jours*. biblio essais. Le Livre de Poche, Paris.
- [Miège, 2000] Miège, B. (2000). *Les industries du contenu face à l'ordre communicationnel*. La communication en plus. Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble.
- [Monod, 1970] Monod, J. (1970). *Le hasard et la nécessité*. Seuil.
- [Mulligan, 1992] Mulligan, K., editor (1992). *Language, Truth and Ontology*. Philosophical Studies Series 51. Kluwer Academic Publishers.
- [Nanard et al., 2002] Nanard, J., Nanard, M., Payet, D., and Betaille, H. (2002). Opales : An open digital library framework for collaborative activity support. Rapport de recherche, LIRMM.
- [Nanard and Nanard, 1995] Nanard, M. and Nanard, J. (1995). Adding macroscopic semantics to anchors in knowledge-based hypertext. *International Journal of Human-Computer Studies*, 43 :363–382.
- [Nanard et al., 2001] Nanard, M., Nanard, J., and Payet, D. (2001). Design rationale of a video explorer. In *ACM Conference CHI2001 : Human Factors in Computing Systems*, Seattle.
- [Napoli, 1997] Napoli, A. (1997). Une introduction aux logiques de description. Rapport de Recherche RR 3314, INRIA.

- [Nef, 1998] Nef, F. (1998). *L'objet quelconque. Recherche sur l'ontologie de l'objet*. Vrin, Paris.
- [Newell, 1982] Newell, A. (1982). The Knowledge Level. *Artificial Intelligence*, 18 :87–127.
- [Newell, 1990] Newell, A. (1990). *Unified Theories of Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, Ma.
- [Nielsen, 1990] Nielsen, J. (1990). The art of navigating through hypertext. *Communication of the ACM*, 33(3) :296–310.
- [Nonaka, 1999] Nonaka, I. (1999). L'entreprise créatrice de savoir. In *Harvard Business Review*, pages 35–63. Editions d'Organisation, Paris.
- [Nonaka and Takeuchi, 1995] Nonaka, I. and Takeuchi, H. (1995). *La connaissance créatrice. La dynamique de l'entreprise apprenante*. De Boeck Université, Bruxelles.
- [Noy et al., 2000] Noy, N. F., Ferguson, R., and Musen, M. A. (2000). The knowledge model of protégé2000 : Combining interoperability and flexibility. In *12 International Conference on Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW 2000)*, volume 1937, pages 17–32, Juan les Pins, France. Springer-Verlag.
- [Nygren and Henriksson, 1992] Nygren, E. and Henriksson, P. (1992). Reading the medical record. i. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 39 :1–12.
- [Nygren et al., 1992] Nygren, E., Johnson, M., and Henriksson, P. (1992). Reading the medical record. ii. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 39 :13–25.
- [OWL, 2003] OWL (2003). Web ontology language reference. <http://www.w3.org/TR/owl-ref>.
- [Panaccio, 1991] Panaccio, C. (1991). *Les mots, les concepts et les choses. Analytiques*. Vrin / Bellarmin, Paris / Montréal.
- [Pereira and Ebrahimi, 2002] Pereira, F. and Ebrahimi, T., editors (2002). *The MPEG-4 Book*. Prentice-Hall PTR.
- [Petitot, 1992] Petitot, J. (1992). *Physique du sens*. Editions du CNRS, Paris.
- [Pinch and Bijker, 1989] Pinch, T. and Bijker, W. (1989). The social construction of facts and artifacts : or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In Bijker, W., Hughes, T., and Pinch, T., editors, *The Social Construction of Technological System*, page 30. MIT Press, Cambridge (Mass).
- [Pinkas, 1995] Pinkas, D. (1995). *La matérialité de l'esprit*. La découverte.
- [Pélissier and Tête, 1995] Pélissier, A. and Tête, A., editors (1995). *Sciences Cognitives : Textes fondateurs (1943-1950)*. Psychologie et Sciences de la pensée. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Poli and Simons, 1996] Poli, R. and Simons, P., editors (1996). *Formal Ontology*. Nijhoff International Philosophy Series. Kluwer Academic Publishers.
- [Porphyre, 1998] Porphyre (1998). *Isagoge*. Sic et Non. Vrin, Paris.
- [Rastier, 1987] Rastier, F. (1987). *Sémantique Interprétative*. Presses Universitaires de France, Paris.

- [Rastier, 1991] Rastier, F. (1991). *Sémantique et Recherches Cognitives*. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Rastier, 2001] Rastier, F. (2001). *Arts et Sciences du Texte*. Formes sémiotiques. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Rastier and Bouquet, 2002] Rastier, F. and Bouquet, S., editors (2002). *Une introduction aux sciences de la culture*. Formes sémiotiques. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Rastier et al., 1994] Rastier, F., Cavazza, M., and Abeillé, A. (1994). *Sémantique pour l'analyse*. Masson, Paris.
- [RDF, 2003] RDF (2003). Resource description framework primer. <http://www.w3.org/TR/rdf-primer>.
- [RDFS, 2003] RDFS (2003). Rdf vocabulary description language 1.0 : Rdf schema. <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- [Rebeyrolles, 2000] Rebeyrolles, J. (2000). Repérage automatique de structures linguistiques en corpus : le cas des énoncés définitoires. *Cahiers de Grammaire*, 25(Numéro spécial « Sémantique de corpus ») :153–174.
- [Reboul, 1991] Reboul, O. (1991). *Introduction à la rhétorique*. Collection Premier Cycle. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Rosier, 1983] Rosier, I. (1983). *La grammaire spéculative des modistes*. Presses universitaires de Lille, Lille.
- [Salanskis, 1991] Salanskis, J.-M. (1991). *Herméneutique Formelle*. Editions du CNRS, Paris.
- [Salanskis et al., 1997] Salanskis, J.-M., Rastier, F., and Scheps, R., editors (1997). *Herméneutique : textes, sciences*. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Salembier and Smith, 2001] Salembier, P. and Smith, J. R. (2001). Mpeg-7 multimedia description schemes. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology : Special Issue on MPEG-7*, 11(6) :748–759.
- [Salembier et al., 2001] Salembier, P., Theureau, J., Zouinar, M., and Vermersch, P. (2001). Action/cognition située et assistance à la coopération. In Charlet, J., editor, *IC'2001*, pages 369–388, Grenoble. Presses Universitaires de Grenoble.
- [Saussure, 1985] Saussure, F. d. (1985). *Cours de Linguistique Générale*. Payot, Paris.
- [Schreiber et al., 1993] Schreiber, G., Wielinga, B., and Breuker, J., editors (1993). *KADS : A Principled Approach to Knowledge-based System Development*. Academic Press.
- [Scot, 1995] Scot, D. (1995). *Le principe d'individuation*. Vrin, Paris. Traduction, introduction et notes de Gérard Sondag.
- [Séguéla, 2001] Séguéla, P. (2001). *Construction de modèles de connaissances par analyse linguistique de relations lexicales dans les documents techniques*. Thèse de doctorat, Université Toulouse III.
- [Simondon, 1964] Simondon, G. (1964). *L'individu et se genèse physico-biologique*. Presses Universitaires de France, Paris.
- [Simondon, 1989] Simondon, G. (1989). *Du mode d'existence des objets techniques*. Res : l'invention philosophique. Aubier, Paris.

- [Smith and Marx, 1994] Smith, M. R. and Marx, L., editors (1994). *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism*. MIT Press, Cambridge (Mass).
- [Sowa, 1984] Sowa, J. (1984). *Conceptual Structures*. Addison Wesley.
- [Spade, 1996] Spade, P. V. (1996). Thoughts, words and things : An introduction to late mediaeval logic and semantic theory.
- [Stiegler, 1993] Stiegler, B. (1993). Lecture et édition savante assistée par ordinateur : l'hypertraitement de texte. In Dupoirier, G., editor, *Actes du congrès Afcet 1993 (tome 4 : Bureautique, document, groupware et multimedia)*, pages 37–45, Versailles. AFCET.
- [Stiegler, 1994] Stiegler, B. (1994). *La technique et le temps; Tome I : la faute d'Epiméthée*. Galilée, Paris.
- [Stiegler, 1996] Stiegler, B. (1996). *La technique et le temps; Tome II : la désorientation*. Galilée.
- [Stiegler, 2002] Stiegler, B. (2002). *La technique et le temps; Tome III : le temps du cinéma*. Galilée, Paris.
- [SURE et al., 2002] SURE, Y., ERDMANN, M., ANGELE, J., STAAB, S., STUDER, R., and WENKE, D. (2002). Ontoedit : Collaborative ontology engineering for the semantic web. In Horrocks, I. and Hendler, J., editors, *First International Semantic Web Conference (ISWC'02)*, volume 2342 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 221–235, Chia, Sardaigne, Italie. Springer Verlag.
- [Tange, 1995] Tange, H. (1995). The paper-based patient record : Is it really so bad? *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 48 :127–131.
- [Tchounikine, 2002] Tchounikine, P. (2002). Pour une ingénierie des environnements informatiques pour l'apprentissage humain. *Information, Interaction, Intelligence*, 2(1) :59–95.
- [Teulier and Girard, 2001] Teulier, R. and Girard, N. (2001). Des connaissances pour l'action dans les organisations. quelle ingénierie des connaissances pour assister l'activité? In Charlet, J., editor, *IC'2001*, pages 253–272, Grenoble. Presses Universitaires de Grenoble.
- [Troncy and Isaac, 2002] Troncy, R. and Isaac, A. (2002). Doe : une mise en œuvre d'une méthode de structuration différentielle pour les ontologies. In Bachimont, B., editor, *13^e Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances*, pages 63–74, Rouen, France.
- [Turing, 1995] Turing, A. M. (1995). Théorie des nombres calculables, suivi d'une application au problème de la décision. In Girard, J.-Y., editor, *La machine de Turing*, pages 49–104. Seuil, Paris. Titre original : On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem, *Proceedings of the Mathematical Society*, 2(42), p. 230-265, corrections apportées dans 2(43), p. 544-546.
- [Uexküll, 1934] Uexküll, J. V. (1934). *Mondes animaux et monde humain, et Théorie de la signification*. Denoël, Paris.
- [Uschold and Grüninger, 1996] Uschold, M. and Grüninger, M. (1996). Ontologies : Principles, methods and applications. *Knowledge Engineering Review*, 11(2) :93–155.
- [Virilio, 1996] Virilio, P. (1996). *Cybermonde, la politique du pire*. Textuel, Paris.

- [White, 1962] White, L. (1962). *Medieval Technology and Social Change*. Clarendon Press, Oxford.
- [Wolton, 1997] Wolton, D. (1997). *Penser la communication*. Flammarion, Paris.
- [Wolton, 2001] Wolton, D. (2001). *Internet, et après ?* Flammarion, Paris.
- [XMLS, 2001] XMLS (2001). Xml schema. <http://www.w3.org/XML/Schema>.
- [Zacklad, 2000] Zacklad, M. (2000). *Ingénierie des connaissances appliquée aux systèmes d'information pour la coopération et la gestion des connaissances*. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université de Paris 6.
- [Zacklad and Grundstein, 2001] Zacklad, M. and Grundstein, M., editors (2001). *Ingénierie et capitalisation des connaissances*. Informatique et Systèmes d'Information. Hermes, Paris.
- [Zacklad and Grunstein, 2001] Zacklad, M. and Grunstein, M. (2001). *Management des connaissances*. Informatique et Systèmes d'Information. Hermes, Paris.
- [Zweigenbaum et al., 1995] Zweigenbaum, P., Bachimont, B., Bouaud, J., Charlet, J., and Boisvieux, J.-F. (1995). A multi-lingual architecture for building a normalised conceptual representation from medical language. In Gardner, R. M., editor, *Proc 17th Annu Symp Computer Applications in Medical Care*, New Orleans.
- [Zweigenbaum and Consortium-Menelas, 1995] Zweigenbaum, P. and Consortium-Menelas (1995). Menelas : Coding and information retrieval from natural language patient discharge summaries. In Laires, M. F., Ladeira, M. J., and Christensen, J. P., editors, *Advances in Health Telematics*, pages 82–89. IOS Press, Amsterdam. MENELAS Final Edited Progress Report.
- [Zweigenbaum and Menelas, 1994] Zweigenbaum, P. and Menelas, C. (1994). Menelas : an access system for medical records using natural language. *Computer Methods and problem solving*, 45 :117–120.

Index

- Anthologie, 175, **235**
- Aperception transcendantale, 83
- Aporie, **235**
- Appropriation, 185, 198, 229
- Artefact, 20 *note*, **235**
- Artefacture, **235**
- Artisan, 25
- Autothèse, 103, **236**

- Caractérisation, 23, 56, 57
- Chercheur, 55
- Code de communication, 68, **236**
- Cohérence
 - externe, 19
 - interne, 19
- Concept, **236**
 - empirique, 43
 - index, 210
 - métaphysique, 158
 - parataxique, 158
 - pur, 43
 - structurant, 158
- Connaissance, **237**
 - explicite, 69, **237**
 - pratique, 67, **237**
 - tacite, 69, **237**
 - théorique, 67, **237**
- Conscience, **237**
- Contenu, **237**
- Contingence, 35, **238**

- Dasein, **238**
- Dénomination, 131
- Descripteur, 212
- Description
 - Finesse, 206
 - Granularité, 206
- Discret, 240
- Dispositif, 9, 16, 24, 73, 89
 - d'enregistrement, 187
 - de lecture, 188
 - de restitution, 189
- Document, **238**
- Dossier, **239**
- Doxographie, **239**

- Epistémologie, **239**
- Extériorisation, 92
- Extraction
 - conceptuelle, **239**
 - information, **239**
 - linguistique, **239**
 - terminologique, **240**

- Formalisme, 58
- Format d'inscription, **240**
- Forme
 - immanente, 130
 - séparée, 130
- Forme éponyme, 131
- Forme d'enregistrement, 188
- Forme physique de restitution, 188
- Forme sémiotique d'expression, 187
- Forme sémiotique de restitution, 188
- Formel, **240**

- Gestionnaire, 25
- Gnoséologie, 239

- Hapax, **240**
- Herméneutique, **240**
 - générale, 240
 - matérielle, 240
 - matérielle, 109
 - philosophique, 240
- Homonyme, 136
- Hyperdocument, **240**

- Idée
 - de la raison pratique, 43
 - esthétique, 44
 - technique, 44
 - théorique, 43

- Index, **241**
 Indexation, **241**
 automatique, **242**
 conceptuelle, 213, **241**
 manuelle, **242**
 par le contenu, 214
 physique, **241**
 structurelle, 213, **241**
 supervisée, **242**
 Informatisation, 181, 217, **242**
 Ingénierie, 3, 26
 Ingénieur, 25
 Inscription, 5, **243**
 corporelle, **243**
 instrumentale, 78, **243**
 matérielle, **243**
 sémiotique, 78, **243**
 Instrument, **243**
 Intelligence artificielle, 4
 Intériorisation, 92
 Jugement
 déterminant, 45
 réfléchissant, 45
 Localisation, 214
 Logos, **243**
 Manipulable, 240
 Métadonnées, **244**
 Méthode, 24
 Méthodologie, 24, 26
 Métonymie, 5, **244**
 Morphème, **244**
 Naturalisation, 4, 8, 49
 Noème, 102, 103, **244**
 Noogonie, 112, 113
 Numérique, **245**
 Numérisation, 181, 183, 217, **244**
 de la forme physique, 200
 de la forme signifiante, 200
 de la structure, 201
 du sens, 200
 Objectivation, 185, 198, 229
 Objet, **245**
 pratique, **245**
 théorique, 68, **245**
 Ontogonie, 112
 Ontologie, **245**
 computationnelle, 159–160, **246**
 différentielle, **246**
 formelle, 160–163
 référentielle, 157–159, **246**
 Orthothèse, 103, **246**
 Participation, 131
 Philologie, 109, 240
 Phonème, 244
 Phonème, **246**
 Prédicat, **247**
 Primitive, 128 *encadré*, 148, 156, **247**
 Principes différentiels, 153–154
 Qualification, 214
 Raison
 computationnelle, 9
 graphique, 9
 Recherche d'information, **247**
 Relation, 154
 Reproductibilité, 25
 Rhéteur, 9, 54, 55
 Rhétorique, 109
 Sagacité, 33, 35, 49
 Sagesse, 33
 Savoir-faire, 74
 Savoir-penser, 74
 Savoir-produire, 74
 Schéma, 210
 scheme
 Schème, **247**
 Schème, 42
 Sciences
 de la culture, 19–23
 de la nature, 19–23
 Sémantique, **247**
 différentielle, **247**
 différentielle, 149
 psychologique, 149, **248**
 référentielle, **248**
 référentielle, 149
 Sème, 148, **248**
 Afférent, 150
 Générique, 148
 inhérent, 150
 Spécifique, 148
 Sémème, **248**

- Sémiotisation, 8, 50
- Sens, **248**
- Séparation, 131
 - éidétique, 130
- Signe qui dit, 211
- Signe qui montre, 211
- Signe qui révèle, 211
- Signification, **248**
- Structuration, 214
- Sublunaire, 35, 36, 49, **249**
- Support, **249**
 - instrumental, **249**
 - sémiotique, **249**
- Support d'enregistrement, 187
- Support de restitution, 188
- Supralunaire, 35, 49, **249**
- Synonyme, 136

- Technique, 2, **249**
- Techno-culture, 20, 32
- Techno-science, 20, 48
- Technologie, 2, 3 *encadré*, **249**
 - cognitive, 4
- Terme, **250**
- Terminologie, **250**

- Unité de manipulation, 206

- Verbalisme, 58