

YAÏVES FERLAND

**INTÉGRER PAR LE DIALOGUE LES DONNÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES DANS
UN SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION À RÉFÉRENCE SPATIALE (SADRS)**

Mémoire
présenté à
la Faculté des études supérieures
de l'Université Laval
pour l'obtention
du grade de maître ès sciences (M.Sc.)

Département des sciences géomatiques
FACULTÉ DE FORESTERIE ET DE GÉOMATIQUE
UNIVERSITÉ LAVAL

JUIN 1997

© Yaïves Ferland, 1997



National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Acquisitions et
services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file *Votre référence*

Our file *Notre référence*

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-25306-6

Canada

RÉSUMÉ

L'intégration des données socio-économiques dans un système d'aide à la décision à référence spatiale nécessite de les considérer en amont du processus de modélisation conceptuelle. Puisqu'elles ont des rapports réciproques de contexte et de composition avec les autres types de données géo-référencées, on ne doit plus les considérer en tant que contraintes. Un cadre théorique pour modéliser des systèmes d'information à référence spatiale permettrait d'aborder la complexité et les caractéristiques des données de ce type en tant que systèmes opérants, puis de les intégrer aux processus décisionnels. Or la méthode d'intégration, requise par le modélisateur du système devant son client organisationnel, semblait manquante en géomatique. Une analyse large de théories relevant des sciences sociales fut donc menée en vue de satisfaire les besoins de modélisation autant que ceux du client, dans un cas d'application dense. Le cadre théorique éclectique très élaboré qui en résulte, suivant des démarches expérientielles, phénoménologiques, structurales et systémiques, a permis de proposer une méthode de dialogue pour la modélisation.

*À mon père, qui m'a légué la devise:
«les hommes, les idées, les choses»*

AVANT-PROPOS

Pendant plus de vingt ans de ma vie adulte, j'ai constamment mêlé diverses formes d'engagement social et communautaire avec des préoccupations d'aménagement de l'espace urbain. Tout ce que j'ai entrepris était «en lien avec le territoire», bien que les circonstances ne m'avaient jamais permis d'agir dans un contexte professionnel reconnu. Après un baccalauréat réussi en géomatique, mon intérêt était très stimulé envers les questions portant sur la représentation de l'espace ainsi que l'information sur le territoire. Le principe intégrateur de la théorie du système général me plaisait, mais l'occasion ne s'était pas encore présentée de mener une expérience personnelle de synthèse utile et liée à mes autres champs de compétence intellectuelle. En début de maîtrise, j'ai donc accepté avec plaisir la proposition de mandat qui m'était faite à propos d'un projet de développement de système d'information et de décision pour la lutte à l'érosion des bassins versants semi-arides en Tunisie : y intégrer des données socio-économiques (DSÉ).

Cependant, je n'ai pu consacrer toutes mes énergies directement à ce projet, ni le poursuivre d'un seul tenant. D'abord, l'état de la recherche sur les conditions du développement de systèmes était encore peu avancé dans mon contexte, ma phase du projet était importante mais considérée comme secondaire et conséquente, les besoins spécifiques au projet, étaient difficiles à cerner, et surtout on ne disposait pas d'un cadre théorique suffisant pour rapidement savoir comment intégrer les DSÉ. Pourtant, cela s'inscrivait dans le cadre général d'un axe de recherche du Centre de recherche en géomatique du Département des sciences géomatiques de l'Université Laval, soit celui concernant la «géomatization des organisations». J'y mis le temps de me documenter et de réfléchir à cette problématique, tout en poursuivant d'autres recherches en législation foncière, dont un livre publié, et en géographie cognitive au niveau doctoral.

Mes objectifs de recherche de maîtrise n'étaient pas limités à ceux de ce projet, ils le dépassaient et s'ouvraient sur d'autres perspectives, dans lesquelles je continuerai d'étudier d'ailleurs. Le projet de conservation des eaux et des sols fut vraiment un exemple porteur, il ne s'agit pas d'une simple illustration pour justifier l'aspect appliqué de la recherche, malgré que cela ne paraisse au présent mémoire qu'en filigrane. Ainsi, je demeure très intéressé aux activités à venir dans une seconde phase du projet, puisqu'en plus du modèle conceptuel de données très détaillé que j'ai produit, je suggère des éléments de méthode pour vraiment intégrer des DSÉ qui soient significatives pour la prise de décision sur le territoire. Voilà la raison pour laquelle le présent mémoire est d'une facture très théorique, car le candidat à la maîtrise que je fus s'était permis de s'inquiéter des nombreuses déficiences épistémologiques dont souffre encore notre jeune domaine scientifique, la géomatique. Mes nombreuses incursions dans d'autres domaines scientifiques m'ont fait aborder des questions méthodologiques, autant de fond que de forme, sur des sujets de grand intérêt pour nous ; c'est cette contribution rejoignant les sciences sociales et les sciences appliquées que je veux livrer ici.

En plus des exigences de rédaction pour l'obtention du grade de *Maître ès sciences appliquées*, le présent mémoire fut préparé à l'intention d'une clientèle-cible: il s'agit du développeur et modélisateur de système d'information à référence spatiale, en géomatique. Je crois sincèrement qu'il ou elle pourra, par une lecture attentive du cadre théorique présenté, approfondir sa pratique de modélisation aux phases cruciales de l'analyse des besoins et de l'inventaire. Ces notions détaillées et surtout mises en relation, qui forment la plus grande portion du mémoire et ses parties essentielles, seront plus complètes et plus opératoires que le «paradigme» du *cycle de vie* actuellement retenu pour le développement d'un SI. Elles constituent une approche de modélisation plus compréhensive du «client», qui dans notre cas d'application est un décideur collectif. Cette approche de dialogue structuré repose sur une démarche cognitive et phénoménologique que je pourrais qualifier d'«orientée-sujet».

Au moment de déposer mon mémoire final, j'adresse mes remerciements et mes salutations distinguées au D^r Jean-Jacques Chevallier, mon directeur de recherche de maîtrise. Il m'a laissé tout le temps et toute la corde pour que je tisse mon propre canevas, quitte à m'empêtrer dedans,

et je sentais bien chez lui que dans nos échanges, ce qui l'emportait sur l'apparente impatience lors de quelque débat provoquant, c'étaient les plaisirs de l'esprit. La contribution substantielle du D^r Geoffrey Edwards (de la Chaire industrielle en géomatique appliquée à la foresterie), à titre de correcteur du mémoire initial, mérite d'être signalée. Mes salutations amicales vont aussi à mes compagnons de cellule pendant ces cinq dernières années: Mathieu Avery, Alain Buogo, D^r Pierrette Champoux *ag.*, Régent Dickey, Mohamed Bel Hadj Kacem, Robert Katz, D^r Amor Laaribi, Marc Lavoie, Isabelle Marcil et Sébastien S'-Pierre. Le support du personnel du Centre de recherche en géomatique s'est manifesté surtout par la voie de sa coordonnatrice Annick Jaton et de Madeleine Pelchat. Du nombre de ces collègues, se démarque enfin mon ami Francis Roy *ag.*, avec qui le *synédriion d'épistémologie clinique* a connu forme et vie sur quelques semestres, et qui fut co-auteur du livre que nous avons rédigé ensemble avec le D^r Berthier Beaulieu *ag.*, du Laboratoire de législation foncière où j'avais élu domicile «académique» à l'époque ; plusieurs autres projets ont suivi et sont encore en vue.

J'insiste aussi pour manifester ma reconnaissance envers les professeurs d'autres facultés de l'Université Laval qui m'ont accueilli dans leur cours, sans que j'en détiens les prérequis d'ailleurs, me permettant d'opérer de véritables percées théoriques dont je porterai encore longtemps les traces: D^r Maurice Landry du département des Systèmes d'information organisationnels (et animateur du Centre de recherche sur l'aide et l'évaluation de la décision dans les organisations, CRAEDO), D^r Guy Mercier du département de Géographie (et de l'équipe de géographie structurale, à l'époque au Centre de recherche en aménagement et développement, CRAD), qui est désormais un ami proche et un correspondant assidu sur le courrier électronique, et enfin D^r Bernard Moulin du département d'Informatique (devenu depuis ce temps membre du Centre de recherche en géomatique, CRG). Enfin, j'exprime toute ma tendresse à l'égard de ma douce et intelligente compagne durant ces années, Suzanne Métras, devant qui j'ai ressenti bien plus d'émulation qu'elle ne l'a cru ; je l'en remercie sincèrement.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	i
TABLE DES MATIÈRES	iv
FIGURES, TABLEAUX	vi
Chapitre 1 - INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE	1
1.1 NOTRE CONTEXTE DE MODÉLISATION : DES «CONTRAINTES» SOCIO-ÉCONOMIQUES	1
1.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE ET DU MÉMOIRE NE SONT PAS LES MÊMES	4
1.3 DÉFINITIONS DU SUJET ET DE L'OBJET DE LA RECHERCHE	5
1.4 D'UNE DÉMARCHE PLURIDISCIPLINAIRE À UN CADRE THÉORIQUE INTERDISCIPLINAIRE	11
1.5 LES RISQUES ENCOURUS SANS THÉORIE	14
1.6 LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE D'INTÉGRATION DES DONNÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES	16
1.6.1 L'intégration de données différentes par nature et par fonction	16
1.6.2 Une approche de développement pour favoriser l'intégration	17
1.6.3 Une méthode d'intégration des données à tous niveaux, basée sur le dialogue	19
1.7 UN FORMALISME DE MODÉLISATION ET DE REPRÉSENTATION CONCEPTUELLE	21
1.8 RÉSULTATS DE LA RECHERCHE	22
Chapitre 2 - ANALYSES THÉORIQUES POUR UN CADRE EXPÉRIENTIEL D'INTÉGRATION	24
2.1 LA THÉORIE DE L'APPRENTISSAGE ET LE CYCLE EXPÉRIENTIEL	25
2.1.1 L'intérêt pour une méthode expérientielle de dialogue et d'intégration	27
2.1.2 L'apprentissage expérientiel en fonction du style cognitif	28
2.1.3 Le modèle théorique intégrateur de l'apprentissage expérientiel	31
2.1.4 Le cycle expérientiel des styles cognitifs, selon leurs habiletés et aptitudes	35
2.1.5 L'application du cycle expérientiel aux styles cognitifs professionnels	37

2.2 ANALYSE ET CATÉGORISATION THÉORIQUE DES BESOINS DE MODÉLISATION	41
2.2.1 Les types de besoins pour une modélisation intégratrice	41
2.2.2 L'analyse et la recatégorisation théorique des besoins de modélisation	44
2.2.3 L'analyse des «théories» face aux besoins de modélisation	47
2.2.3.1 Les besoins des acteurs dans la théorie de l'apprentissage expérientiel	49
2.2.3.2 La théorie sociologique de la structuration de la complexité	51
2.2.3.3 La théorie mathématique de la communication	56
2.2.3.4 L'axe théorique de l'information significative	60
2.2.3.5 La théorie du système général	64
2.2.3.6 Le paradigme du <i>cycle de vie</i> d'un système d'information	65
2.2.3.7 La méthode d'analyse phénoménologique et structurale	68
2.2.3.8 La «proxémique», une philosophie et une psychologie de l'espace	75
2.2.3.9 La méthodologie des systèmes souples	82
2.3 CONCLUSION SUR LES BASES THÉORIQUES POUR UNE MÉTHODE DU DIALOGUE EXPÉRIENTIEL ..	84
Chapitre 3 - MÉTHODE DE DIALOGUE ENTRE ACTEURS POUR LA MODÉLISATION ...	85
3.1 LE CONTEXTE CONDITIONNANT UNE MÉTHODE DE MODÉLISATION	86
3.2 UN REGROUPEMENT DES BESOINS SELON TROIS ASPECTS REQUÉRANT LE DIALOGUE	87
3.3 LA SYNTHÈSE DES CONCORDANCES ENTRE THÉORIES ET CATÉGORIES DE BESOINS	89
3.3.1 Le dialogue entre les acteurs et le processus de décision	90
3.3.2 L'apport de l'approche systémique en modélisation	91
3.3.3 La modélisation des besoins de représentation spatiale	92
3.4 LES CONDITIONS DE LA MÉTHODE DU DIALOGUE	92
3.4.1 Les prérequis du développeur géomaticien	93
3.4.2 Les analyses préparatoires et de support au dialogue	97
3.4.2.1 L'inventaire de l'existant et l'analyse des besoins	97
3.4.2.2 Les analyses expérientielles	99
3.4.2.3 Les analyses phénoménologiques, structurales et systémiques	103
3.4.3 Le dialogue expérientiel et sa préparation organisationnelle	106
3.4.4 Le prototypage d'un SIRS en tant que cycle de dialogue	109
3.5 L'INTÉGRATION DES DONNÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES PAR LE DIALOGUE	111
Chapitre 4 - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	113
BIBLIOGRAPHIE	119

FIGURES

1a - Spectres des principes psychologiques à la base des quatre modes expérientiels	32
1b - Les trois dimensions structurant le modèle d'apprentissage expérientiel	32
2 - Le modèle d'apprentissage expérientiel	34
3 - Exemple de «signature» du style cognitif <i>assimilateur</i> d'un étudiant au M.B.A.	36
4 - La position approximative d'aptitudes, d'habiletés et d'activités au modèle expérientiel	39
5 - Le schéma d'un système général de communication	57
6 - L'axe de l'information significative placé dans le modèle d'apprentissage expérientiel	63
7 - Les étapes de l'analyse phénoméno-structurale placées dans le cycle expérientiel	73
8 - Exemple d'un dialogue réflexif entre acteurs suivant leur cycle expérientiel en parallèle	102

TABLEAUX

1 - Types systémiques de besoins de modélisation	42
2 - Besoins spécifiques recatégorisés par mots-clés	45
3 - Synthèse de l'analyse des théories en fonction des catégories de besoins de modélisation	48
4 - Une distribution de disciplines spatiales selon leur conception phénoménologique . . .	76
5 - Regroupement de synthèse des théories de référence et des besoins de modélisation .	88

Chapitre 1

INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

1.1 NOTRE CONTEXTE DE MODÉLISATION : DES «CONTRAINTES» SOCIO-ÉCONOMIQUES

La recherche rapportée dans le présent mémoire avait pour but de circonscrire un domaine particulier, soit les données socio-économiques (DSÉ) localisées spatialement et opportunes pour la planification d'aménagements ruraux sur le territoire. Notre mandat académique fut réalisé en marge de la Phase I d'un projet international de coopération scientifique en géomatique (1992-94). Il s'agissait alors de développer un système d'information à des fins d'interventions anti-érosives pour la conservation des eaux et des sols en Tunisie. Cela comportait une étude pour *modéliser les aspects socio-économiques à être intégrés à la base de données d'un SIRS¹ décisionnel comme contraintes de développement et d'aménagement rural*. En effet, la prise en compte des DSÉ fait désormais partie des exigences des agences nationales et inter-gouvernementales de planification et d'aide au développement durable. Dans ce contexte, l'objectif revenait à approfondir ce en quoi consistait cette **intégration** des DSÉ dans des processus d'information structurée sur les réalités perçues, puis de **décision** sur le territoire. De plus, nous avons raffermi la notion même de «DSÉ» pour ne plus les considérer seulement qu'en tant que **contraintes** aux aménagements de bassins versants, ce que faisaient pourtant de bonne foi nos «clients» et interlocuteurs tunisiens².

¹ Un «système d'information à référence spatiale» (SIRS), soit l'équivalent en géomatique de "*Geographical Information System*" [GIS], est considéré ici comme un système organisationnel d'information sur le territoire, plutôt qu'un système strictement informatique. Notons qu'en traduisant littéralement "*GIS*" par «système d'information géographique» (SIG), soit l'outil informatique distinct du concept de SIRS qu'il supporte, on provoqua une inversion de sens: la «référence spatiale» est une technique contextuelle relevant des sciences géodésiques, alors qu'une description «géographique» serait raisonnée et explicative de relations structurantes entre des entités dans l'espace.

² ALAYA (1989: pages 58-72), *annexe intitulée: «Contraintes posées par quelques aménagements anti-érosifs»*; le «client» était la Direction de la conservation des eaux et des sols (DCES), au Ministère de l'Agriculture de Tunisie.

Il fallait réussir une **modélisation** qui inclurait aussi les améliorations foncières, les modes de faire-valoir et de tenure, les pratiques culturelles, ainsi que les revenus de production agricole. Donc voir dans les DSÉ à structurer plus que les habituelles données démographiques de la population répartie sur les zones d'intervention retenues³, ou encore, plus que les découpages administratifs, les limites municipales ou le morcellement cadastral. Or, même dans ces cas géométriques d'apparence simple, les solutions géomatiques ne sont pas toujours probantes à l'égard des recoupements de limites. Quoique qualifiées d'importantes tout au long de ce projet tunisien, les DSÉ n'y étaient pas formellement prises en compte. Certaines apparaissaient çà et là au modèle conceptuel de données (MCD) incomplet confectionné en 1993 pour réaliser un prototype rapide de logiciel appelé SAGATELÉ⁴; mais cela fut fait sans intégration systémique, ni avec des mises en relation logiques et compatibles entre elles. Un cadre théorique de référence complet manque encore aux ingénieurs et géomaticiens impliqués dans la modélisation des aspects sociaux, économiques et politiques inscrits parmi des données géo-physiques. Surtout, mises à part les techniques de questionnaire ou d'enquête, on ne dispose pas non plus d'une méthodologie de **dialogue** entre le développeur de système et son «client», permettant de mener à bien une modélisation satisfaisante pour tous. Voilà pourquoi notre recherche demeure beaucoup plus théorique et méthodologique que technique, car il était impérieux de réussir à établir une façon valable et effective d'aborder la modélisation conceptuelle de la structuration systémique des DSÉ, et ainsi parvenir à une solution géomatique des plus cohérentes et vraiment intégratrice.

L'approche de développement typique qui avait été adoptée est dite «descendante». On se basait sur les besoins déjà compris et les méthodes effectives de planification en vigueur chez le «client» tunisien. Avant tout, cela portait donc sur les aspects bio-climatiques et géo-physiques des *thématiques* d'aménagement rural anti-érosif de bassins-versants en environnement semi-aride, comme les averses et les zones de pente. Or sans autres appuis théoriques, cette approche à elle

³ Dont la représentation spatiale et géographique repose sur les secteurs de recensement; c'est ce qui est généralement compris en parlant de DSÉ, dans les champs scientifique et industriel de la géomatique; voir: MARTIN (1991, 1995).

⁴ «Système d'Aide pour la Gestion et l'Aménagement du Territoire pour la Lutte contre l'Érosion»; les quatre dernières lettres de l'acronyme laissent entrevoir un second sens, référant à la discipline géomatique de télédétection. La version 2.0 du logiciel (POULIOT, CHEVALLIER & THOMSON, 1994) fut présentée à Tunis, en octobre 1994.

seule ne permet aucunement de tenir compte d'un inventaire de la situation existante qui ne peut déborder ce que les planificateurs requéraient auparavant. C'est donc dire qu'on ne considérait les DSÉ que comme des contraintes secondaires et non en tant que composantes à intégrer aux autres données d'un SIRS, dans le processus de planification. Par conséquent, notre objectif consista à étoffer cette *approche par les besoins* afin de réaliser un MCD amélioré illustrant la majorité des niveaux possibles d'intégration conceptuelle des DSÉ aux processus décisionnels. D'autre part, les technologies de la télédétection satellitaire constituaient la source de captage privilégiée et la base de structuration physique des données sur un support informatique⁵; un tel lien est plutôt tenu avec les DSÉ, sauf pour la concordance cartographique des objets bâtis.

Finalement, la tâche était suffisamment lourde pour que notre cas d'application pratique ne dépasse pas le stade initial de la modélisation conceptuelle. Nous insistons sur ce point, car la modélisation méthodique des DSÉ doit effectivement être menée *en amont* de la démarche de développement de tout système d'information (SI), afin que leur intégration soit formelle, solide et cohérente, et non pas greffée *a posteriori* parmi diverses données déjà modélisées ou importées d'un autre SI. Le contenu de l'imposant MCD que nous avons développé⁶ ne sera pas discuté dans ce mémoire, sauf comme exemple. L'important, c'est qu'un bien livrable si détaillé techniquement ait été développé grâce aux données primaires obtenues par un dialogue interactif entre quelques partenaires intervenants⁷, ou *acteurs sociaux*, puis par des vagues de consolidation d'une large gamme de DSÉ à partir d'autres sources. Ce «dialogue» consiste en une méthode cyclique et *expérientielle* qui constitue l'un des arguments centraux du cadre théorique élaboré au chapitre 2.

⁵ En modélisation informatique des données, l'expression «structure physique» ne réfère pas à une réalité concrète, mais à une structure de saisie et d'enregistrement «numérique» des données; en géomatique, le MCD sert d'abord à la modélisation logique des données et des traitements dans un SIRS, dont un modèle physique supportera ensuite la représentation spatiale du «système d'aide à la décision à référence spatiale» (SADRS), à développer.

⁶ Le MCD de base de SAGATELÉ 2.0 montrait sur une page 57 entités avec 28 relations modélisées; après analyses et critiques, avec notre MCD final sur deux doubles feuilles intégrant les DSÉ et les processus décisionnels (version 2.9), on est passé à 86 entités, nouvelles ou refondues, et 125 relations et nœuds décisionnels, plus un dictionnaire de données dépassant 450 attributs; à partir des entrevues semi-ouvertes, les thématiques socio-économiques considérées sont passées de 7 à 18, dont l'ensemble des éléments systémiques ont été intégrés à notre MCD 2.9 .

⁷ ALAYA (1992) et FERLAND (1992); ce sont surtout des notes d'entrevues semi-ouvertes (30 juillet et 20 août) auprès d'ingénieurs et d'un agro-économiste tunisiens de passage à l'Université Laval et utilisateurs pressentis du SADRS; les acteurs organisationnels comme «développeur» ou «client» sont nommés au singulier, même s'il s'agit d'équipes.

1.2 OBJECTIFS DE LA RECHERCHE ET DU MÉMOIRE

D'ailleurs, même pour la structuration de ce mémoire de maîtrise, nous nous inspirons du cadre de référence fourni par une des théories que nous avons reconnues, et qui nous semble parmi les plus fructueuses pour un développeur de SI. En effet, la théorie de l'*apprentissage expérientiel* synthétisée par KOLB (1984) présente un cycle d'étapes pour l'assimilation formative de matières nouvelles, ce qui correspond bien aux buts d'un mémoire. Cela permettra à des lecteurs assez divers de prendre connaissance, pas nécessairement en détail mais dans leur essence, d'un important volume de concepts denses et de modèles théoriques consistants. À titre d'exemple, pensons à ce que recouvre la notion d'«information», quand elle n'est pas réduite à la gestion des données. En fait, il s'agit de sensibiliser les gens œuvrant en géomatique à ces méthodes et ces approches, soit qu'ils ne les ignorent, ou soit qu'ils les utilisent par bribes, sans le savoir. Mais bien sûr, ce ne sera qu'en les trouvant pertinentes, en assimilant leurs principes et en les exerçant sciemment qu'ils pourront en tirer une méthode propre, face aux problèmes de modélisation conceptuelle des données spatiales dans des situations complexes d'organisation.

Nous sommes alors passé d'une étude analytique sur l'intégration géomatique des données socio-économiques (DSE) vers un autre niveau de recherche, soit l'étude interdisciplinaire des théories et des méthodes issues des sciences sociales devant permettre ensuite à des acteurs de mener la modélisation des DSE parmi les autres types de données. Cette modélisation devait être faite en fonction de leurs processus de planification afin d'adopter des décisions rationnelles d'aménagement, techniquement réalisables, socialement acceptables et économiquement rentables. Puisque le SI envisagé devait aussi permettre le suivi et l'analyse des résultats des aménagements sur le terrain, nous avons là un exemple de *cycle d'apprentissage expérientiel* : analyse de situation, théorisation, méthode de modélisation, application, analyse de suivi. C'est donc en poursuivant les objectifs du projet de recherche réalisé que furent mises en lumière les insuffisances et les embûches pour mener à bien la structuration intégrée des DSE lorsqu'on affronte une problématique complexe et, en fait, pluridisciplinaire. En plus des modèles et systèmes «opérants» qui soient propres à décrire certains phénomènes socio-économiques, il fallait chercher et trouver dans le vaste champ des sciences sociales un ensemble théorique cohérent, un cadre conceptuel et une méthode encore manquante en géomatique.

Une telle méthode devrait d'abord outiller le développeur pour faire dire par les représentants du «client» organisationnel ses besoins (parfois peu évidents) et ses processus d'activité professionnelle, actuels et prévisibles. De plus, cela lui permettrait d'assimiler les thèmes socio-économiques et les relations complexes qu'elles entretiennent avec les autres types de données, surtout géo-référencées. Notre méthode interactive du **dialogue** a donc été construite par l'analyse d'une dizaine de théories relevées, puis en fonction de son application envers les besoins mutuels de modélisation du développeur et de son «client», en tant qu'acteur collectif. C'est à ce titre que cette méthode est dite *expérientielle*, concernant l'expérience de vie des acteurs, plutôt qu'expérimentale, c'est-à-dire poursuivant une démarche d'expérimentation. En cela, la recherche comme le mémoire se distinguent de ce qu'on fait d'habitude au niveau de la maîtrise en sciences appliquées ; certains considéreront même que cela relèverait plutôt d'une problématique doctorale.

1.3 DÉFINITIONS DU SUJET ET DE L'OBJET DE LA RECHERCHE

En géomatique, comme parmi bien d'autres disciplines appliquées, les contraintes socio-économiques sont encore perçues globalement en opposition avec l'ensemble des autres sortes de données à référence spatiale (DRS) ou géométriques, essentiellement les données géo-physiques. C'est le caractère concret et mesurable des données quantitatives, et conséquemment leur modélisation en structures géométriques assez stables dans le temps, qui permet aux chercheurs en sciences appliquées de les juger fiables et vérifiables. D'où la méfiance explicable de ceux-ci envers les sciences sociales et même les sciences biologiques, dans lesquelles on aborde la complexité systémique de phénomènes peu isolables. Voilà pourquoi nous aurons en vain cherché à établir des rapports formels entre ces deux ensembles de données (DSÉ et DRS), sur la base de leurs degrés de précision ou de définition géométrique, par exemple. Comme l'un et l'autre ensemble de données étaient vaguement définis au départ, car ils se recourent abondamment, cette impraticable opposition dut être rejetée, tant au niveau conceptuel que technique. Nous avons même réfléchi à une façon de modéliser les DSÉ, équivalente aux structures géométriques déjà requises pour les DRS, par analogie avec des extensions de formalisme de modélisation comme les pictogrammes de certains modèles conceptuels de données (MCD). Or les DSÉ ne concordent pas dans l'ensemble avec un type de structure physique de données informatisées. Nous avons désormais la conviction que l'intégration des DSÉ dans un système d'information à référence spatiale (SIRS) se fera par une référence constante à leur contenu descriptif du

territoire⁸, plutôt qu'à leur forme physique ou géométrique ou à leur position. Cependant, retenons qu'une extension de formalisme de modélisation conceptuelle reste possible pour représenter et structurer les types de fonctionnalités et procédures informatiques de décision (comme les traitements prédéfinis pour recomposer des données, impliquant des choix), c'est-à-dire selon des relations autres que les flux de données ou les dépôts de résultats après traitements. Disant cela, on considère dans l'organisation que les décisions elles-mêmes constituent une sorte de DSÉ.

Nous avons donc poursuivi notre recherche d'une méthodologie de modélisation pouvant intégrer à la fois plusieurs ensembles de données représentant des **thématiques** socio-économiques, ainsi que de les structurer selon divers degrés de complexité. Ces thèmes complexes de DSÉ à modéliser devaient être conformes aux *systèmes opérants*, réels et reconnaissables dans la société, afin de permettre à l'utilisateur spécialisé d'assimiler les situations ainsi décrites puis d'opérer les processus adéquats ou les nœuds de décision ayant recours à ces données. La composition d'un système opérant dans l'espace doit d'autant plus être intégratrice que ses éléments sont rarement restreints à un seul type de données : socio-économiques, géo-physiques ou climatiques. Ces concepts auront permis une meilleure compréhension du sujet et de l'objet de notre recherche. Mais on ne doit pas trop voir dans ces définitions l'énoncé de caractéristiques pour retenir ou rejeter des entités qui devraient obligatoirement y correspondre. Nous proposons plutôt une définition générale et articulée de notre sujet de recherche, soit les *données socio-économiques* :

Les données socio-économiques sont tous les types de données (entités, attributs, variables), de méta-données et d'éléments de modélisation qui leur sont associés, portant sur les diverses réalités objectives ou subjectives identifiables sur un territoire: sociales, économiques, psychologiques, culturelles ou politiques. Ce sont des données qui alimentent des modèles issus des sciences humaines et sociales, ou encore qui déterminent des systèmes opérants relevant de celles-ci. Comme pour tout autre type de données, on note qu'elles conservent certaines caractéristiques de modélisation: leur validité, leur précision, leur exactitude, leur compatibilité, les facteurs auxquels elles réfèrent, la fiabilité de leurs sources, et les modèles logico-mathématiques ou statistiques qui en traitent.

⁸ Dans cette acception, la notion de territoire d'appartenance des humains est définie comme un «phénomène de comportement associé à l'organisation de l'espace en sphères d'influence distinctes considérées au moins partiellement exclusifs pour leurs occupants» (d'après Soja, cité par: RAFFESTIN, 1980: 144); cette notion alimente d'ailleurs un courant intégrateur de la géographie: l'étude des relations entre l'humain et l'environnement (COURVILLE, 1984).

Donc les DSE ne concerneront pas que des objets concrets et fixes dans le temps et dans l'espace, ou ne comprendront pas toujours des propriétés facilement mesurables. Grâce aux DSE, on entend modéliser des phénomènes et des comportements de divers groupements humains, plus ou moins conditionnés par le territoire. Les modèles de DSE peuvent tout aussi adéquatement présenter diverses facettes du monde concret aussi complexes que certains autres modèles des sciences physiques et naturelles (par exemple : en démographie, par rapport à la météorologie).

Pour le lecteur averti comme pour la plupart des chercheurs et développeurs en géomatique, la profusion des termes à propos des objets qu'on nomme «système» dans nos travaux prête à confusion et parfois à des contresens. Ainsi, un *système opérant* participant d'une certaine réalité⁹ n'est aucunement un système d'«information» (SI), dans le sens générique de «support informatique» qui est retenue en gestion et en géomatique. Pourtant, on postule pouvoir représenter des éléments de système opérant dans un SI. Sur la base de cette notion de SI, quatre autres expressions apparaîtront dans ce mémoire pour identifier un type de «système», dont la complexité de développement ira en croissant vers le **système d'aide à la décision (SAD)**¹⁰, et en se spécialisant par la représentation ou la **référence spatiale (RS)** aux échelles géographiques¹¹, jusqu'à une forme élaborée en SARDS¹². Voilà notre objet de recherche, défini ainsi :

Un SARDS est un «système d'aide à la décision» ad hoc et spécialisé, doté d'un support de «représentation spatiale» par l'accès à la base de données localisées contenue dans un SIG; un décideur requiert un SARDS pour gérer, sinon maîtriser, la complexité de situations spatiales, afin d'élaborer des décisions approfondies et mieux fondées, puis pour mener des actions efficaces d'aménagement du territoire.

⁹ Entre autres exemples qui concernent notre étude d'application: un système politico-administratif (découpage des hiérarchies de juridictions sur le territoire), un système cadastral et un système de tenure foncière, le système micro-économique d'une entreprise de production agricole, un système social de pratiques culturelles, un système hydrologique, un système décisionnel d'aménagements du territoire (comme les *scénarios* de notre «client»).

¹⁰ On préfère l'acronyme SAD à celui de SIAD, plus courant en pays francophone, mais qui réfère à des systèmes *interactifs* (COURBON, 1977; cité par: De COURCY, 1989: 97) d'aide à la décision, et non à des systèmes d'*information*.

¹¹ Pour distinguer entre SIG et SIRS, voir la note 1; quand ces divers sigles de «système» paraissent en inter-relation, le commentaire demeure consistant car la notion est alors généralisable aux systèmes plus élaborés (*ex.*: un SARDS).

¹² Traduction de: *Decision Support System [DSS]*; SARDS est l'équivalent de *Spatial Decision Support System [SDSS]*, appellation répertoriée depuis: ARMSTRONG, DENSHAM & RUSHTON (1986).

En tant que SAD, chaque SARDS consiste en un système «décisionnel»¹³ particulier englobant le décideur utilisateur (même s'il s'agit d'un groupe) et son système d'information au sein d'une relation dite : «humain-machine». Un SARDS est développé spécifiquement pour son organisation, dans le contexte de processus décisionnels complexes et collectifs qui engagent la mission de l'organisation envers la gestion et l'aménagement du territoire, En l'utilisant, le décideur élaborera ses propres modèles spatiaux, en composera les formes géométriques d'après celles des entités géographiques l'intéressant, et y reproduira les systèmes opérants observables auxquels ces formes correspondent. C'est pour parvenir à cela que l'on doit adopter une méthode de développement respectueuse des besoins pour intégrer des DSÉ et des processus décisionnels.

Conceptuellement, un SAD ou un SIG sont envers le SARDS dans le même rapport que le SIG est au SIRS : un objet informatique qui est la composante fonctionnelle d'un SI spécialisé. Malgré le flottement dans les définitions précises, selon les approches, on retrouve généralement dans un SAD des fonctionnalités et des processus rationnels d'assistance à la décision, parfois appelés «spécifications», comme les matrices de choix pondérés ou les calculs de simulation. Ces processus et fonctionnalités devraient être suffisamment flexibles pour s'appliquer à une diversité de situations parfois diffuses, faiblement définies à l'avance et risquant de ne pas se reproduire souvent de la même façon, ni à un même lieu sur le territoire. Ils devront être assez puissants et versatiles pour permettre au décideur de générer des options satisfaisantes face à des problèmes complexes d'aménagement. De fait, c'est une variété de données géo-référencées, associées aux caractéristiques spatiales des diverses combinaisons de thématiques de données, qui pourront être analysées et traitées ensemble pour résoudre un même problème. Mais face aux besoins décisionnels et aux caractéristiques stratégiques du décideur, les fonctionnalités d'un SARDS seront bien différentes des fonctionnalités des outils géomatiques SIG pouvant lui servir de support. Un SARDS ne saurait être l'équivalent d'un *SIRS d'aide à la décision* (un «SIRSAD»); en effet, le concept de SARDS ne se réduit pas à un quelconque développement des composants, fonctionnalités ou caractéristiques d'un SIG usuel ou d'un SIRS (CHEVALLIER, 1992).

¹³ Les quatre types de SI organisationnels désignés (mémoriel, transactionnel, décisionnel, «à décision programmée») sont bien connus et inspirés de ZMUD (1983: 92); un SAD unique est développé dans chaque cas, sinon il s'agirait d'un logiciel d'application informatique qui ne permettrait d'obtenir que des décisions programmées d'avance.

Reposant sur la même base systémique qu'un SIRS, un SADRS inclut quatre composantes (CHEVALLIER, 1993), présentées ici en fonction des processus décisionnels qui nous occupent :

- les *ressources humaines* participant aux processus d'information et de gestion des données, dans l'organisation et son l'environnement (*ex.*: fournisseurs en intrant, clients en extrant);
- des *procédures* fonctionnelles, des logiciels, des définitions, des processus et flux d'information et les modes culturels de communication et de décision dans l'organisation ;
- l'*équipement SIG* ou autre support documentaire, graphique ou numérique, qui conserve, traite ou présente des données ; la logistique pour l'opérer et tenir les données à jour ;
- les éléments de communication comme des *données* modélisées (cueillies, saisies et validées), qu'on aura traitées et recoupées pour générer des renseignements pertinents.

Pour leur part, les SIG sont surtout des systèmes informatiques dits «mémoriels», c'est-à-dire qu'ils sont dédiés à l'enregistrement sur mémoire et au stockage structuré d'un grand volume de données localisées, ainsi qu'à la conservation des résultats de traitements effectués sur elles. Dans une moindre mesure, ils sont aussi «transactionnels», c'est-à-dire qu'ils exécutent de longs calculs, des algorithmes et des procédures complexes de conversion. Mais, à l'évidence, ils n'ont pas encore atteint leur maturité en tant qu'outils géomatiques pour permettre à l'utilisateur de prendre des décisions aménagistes et d'engager des actions stratégiques afin de préserver ou de modifier une situation sensible perçue sur le terrain. En tant que tels, ils n'ont pas été conçus et développés pour ça, mais pour la gestion et l'analyse des données géo-référencées. Pourtant, ces outils de représentation numérique demeurent très utiles pour l'affichage de formes géométriques à l'écran d'un poste de travail informatique. Alors en considérant le SIG comme un support du SADRS, on pense surtout à afficher des résultats de simulation sur l'applicabilité des choix de solution possible. On leur reconnaît généralement une bonne capacité d'analyse «topologique» des attributs d'entités spatiales et des données descriptives s'y rattachant ; c'est d'ailleurs ainsi qu'on les distingue des simples logiciels de dessin cartographique. L'emploi des fonctionnalités d'un SAD implique «la capacité d'utilisation de scénarios afin de se donner une idée du résultat de l'action passée, du geste posé, ou de la décision prise» (De COURCY, 1989: 100). En incluant au SADRS les données spatiales structurées dans un SIG, le décideur pourra établir des scénarios

d'aménagement puis analyser les conditions d'évolution des entités sur le terrain. Puis il mettra en ordre des étapes¹⁴ multiples ou des propositions d'actions selon divers critères ou variantes, dans les limites de chaque *système opérant* sur lequel il entend décider et agir. En parallèle, il visualisera les renseignements pertinents pour décrire des interventions envisagées, et après la réalisation de l'action décidée, il en appréciera les impacts et effectuera le suivi.

Finalement, il semble bien que la principale utilité d'un SADRIS résidera dans sa faculté d'approfondir une connaissance de la situation sur le territoire selon une démarche dynamique et interactive, et même systémique. Cet outil décisionnel d'accès à la connaissance spatiale n'est donc plus qu'un SIG, qui vaut déjà beaucoup mieux qu'une simple base de données. Pour le décideur-utilisateur, recourir à un SADRIS lui servira à réduire l'*incertitude* face à la planification¹⁵ des aménagements, en dépit d'une information incomplète, manquante, imprécise, ou fausse. Mais il conservera une large initiative pour élaborer ses décisions, car les problèmes complexes, très peu structurés, entraînent des décisions peu programmables et ayant une rationalité limitée. On voit qu'un SADRIS n'est pas un produit commercial, mais un outil **technologique**, ce qui veut dire qu'il s'agit à la fois d'un objet technique et d'un objet culturel. Un outil technologique est redéfini perpétuellement à travers un vaste ensemble d'activités de recherche et de développements, liées au marché de ses utilisateurs. Il est un objet culturel puisqu'il est issu d'un cadre idéologique et social, particulier à l'organisation et à son environnement, qu'on l'opère grâce à un langage et à une série de valeurs, d'habiletés et de procédures, et qui inversement influence quiconque est en contact avec lui. Parmi ces acteurs, il y a le développeur et concepteur de système d'information, le décideur qui l'utilise, ses partenaires et les usagers, les agents à la source des données, les destinataires d'informations, les exécutants des décisions, enfin les bénéficiaires des actions.

¹⁴ Ne pas confondre les étapes d'un scénario d'aménagement, élaboré par le décideur, avec les étapes d'une démarche de développement de SI, selon le paradigme du *cycle de vie*; comme à notre MCD 2.9 (FERLAND & LAVOIE, 1995) des pratiques décisionnelles du «client», une étape de scénario est une unité opérationnelle dont l'envergure est condition de l'émergence d'informations attendues, nécessaires pour continuer vers d'autres étapes du scénario prévu.

¹⁵ La planification est un processus stratégique complexe visant à formuler des objectifs et des actions à poursuivre sur le terrain malgré les incertitudes (politiques et informationnelles, pas statistiques); c'est pour cela que cette fonction est concentrée aux mains des dirigeants de l'organisation et que toute l'information de suivi sur les résultats de l'action décidée leur retourne, pour que les responsables hiérarchiques adoptent les correctifs appropriés.

D'un point de vue moins technique, un SADR est conceptuellement à la jonction de deux paradigmes, au sens restreint mais devenu habituel par rapport à KUHN (1962). Il s'agit du *cycle de vie de développement des SI* (TARDIEU *et al.*, 1986) et du processus rationnel de la prise de décision (FORRESTER, 1961), reliés autour de la notion-charnière de *gestion de l'information*¹⁶.

1.4 D'UNE DÉMARCHE PLURIDISCIPLINAIRE À UN CADRE THÉORIQUE INTERDISCIPLINAIRE

Pour la présente recherche sur l'intégration des données socio-économiques (DSÉ), on ne disposait d'aucun cadre conceptuel ou théorique complet, ni d'aucune méthode proprement géomatique, déjà prêts et pouvant permettre de procéder efficacement à une telle modélisation. De plus une déficience théorique certaine, à propos de la modélisation et de la spécification des représentations spatiales des utilisateurs, est perpétuellement reconnue dans les domaines du développement des systèmes d'information et des SIRS¹⁷. Il fut impossible de faire une recension des publications assez consistante pour retrouver un cadre théorique existant, satisfaisant et robuste pour prendre spécifiquement en compte l'intégration des DSÉ. Il était donc nécessaire, pour réussir à aborder cette problématique spatiale avec assez de profondeur, de se livrer à une tournée documentaire large dans d'autres disciplines scientifiques, notamment : l'aménagement, la géographie, les sciences de l'administration, la sociologie et l'anthropologie, la psychologie et les sciences de l'éducation. Nous n'avons aucune prétention à l'exhaustivité, puisque finalement il fallut se contenter d'une méthode empirique de documentation «corpologique» (un *corpus* de références bibliographiques touchant plusieurs thématiques ou questions théoriques), afin d'en tirer des liens et pas que des analogies ; ce fut là l'essentiel de la recherche rapportée dans ces pages. De cette démarche éclectique, il aura fallu conserver les meilleurs éléments congruents entre eux, en étant très attentif aux variations de signification des termes et concepts utilisés dans diverses disciplines, parfois même contradictoires selon le contexte. De solides définitions sont nécessaires dans un nouveau domaine comme la géomatique, d'autant plus que son paradigme, au sens large de l'ensemble de la pensée d'un corps de scientifiques (KUHN, 1962), est encore très instable.

¹⁶ Cela reprend le cadre notionnel préparé antérieurement à cette recherche (FERLAND & CHEVALLIER, 1993); ces deux paradigmes sont conceptuellement reliés à la théorie du système général, qui seront tous étudiés au chapitre 2.

¹⁷ CHRISMAN, 1984; BOLAND & HIRSCHHEIM, 1987; MUMFORD *et al.*, 1989; MILLER, 1992; GOODCHILD, 1995.

Notre problématique de recherche a dû considérer divers aspects socio-économiques : les DSÉ comme telles, les modèles ou *systèmes opérants* socio-économiques identifiés parmi les sciences sociales, les processus décisionnels dans les organisations, les rapports psychosociologiques entre le développeur de système et son «client». Pour un géomaticien, identifier des voies d'entrée dans les sciences humaines et sociales, en plus des approches de développement de SIRS, obligeait donc d'entreprendre une recherche pluridisciplinaire, puis interdisciplinaire¹⁸, dans le cadre d'une constante préoccupation épistémologique¹⁹. Il semble que peu d'entre eux aient déjà tenté de pousser si loin leurs recherches pour supporter leur modélisation d'un SIRS. Une difficulté fondamentale venait de ce que des notions, réapparaissant d'une théorie reconnue à une autre, nous ont forcé à questionner leur signification envers notre problématique de représentation spatiale en aménagement du territoire, surtout face à certains besoins de modélisation propres aux différents systèmes thématiques de données à référence spatiale.

Certaines sources théoriques reconnues étaient elles-mêmes le résultat de solides synthèses interdisciplinaires ayant inspiré bien des chercheurs et auteurs dans les disciplines des systèmes d'information organisationnels (SIO), des sciences de la Terre²⁰ et de la représentation des connaissances (en informatique). Elles apparaissent de plus en plus à travers un courant de pensée humaniste et réaliste, dit «de la théorie sociale» et porteur du thème du «retour du sujet» en sciences, en réaction à la fois aux tendances à l'idéalisme et au déterminisme quantitatif. Cette interdisciplinarité permet de concevoir une modélisation intégrée selon les rapports réciproques de **contextualité** et de **composition** des systèmes opérants, appartenant à un ou plusieurs des trois

¹⁸ Une démarche est pluridisciplinaire quand des chercheurs de diverses disciplines coopèrent mais sans coordonner leurs concepts théoriques d'après une discipline-ressource (c'est souvent le cas entre géomaticiens et ingénieurs ruraux, par exemple); en recherche interdisciplinaire, la coordination entre disciplines s'opère en s'y ralliant à des concepts supérieurs, scientifiquement ou philosophiquement (*d'après*: JANTSCH, 1972; MITCHELL, 1989: 308).

¹⁹ Les questions épistémologiques fondamentales qui furent considérées sont: les termes sont-ils suffisamment bien définis pour supporter une recherche scientifique probante? les aspects conceptuels et théoriques visés permettront-ils d'aborder et de résoudre la problématique de recherche en accord avec la discipline du chercheur? les résultats d'une telle recherche pluridisciplinaire constitueront-ils une contribution scientifique recevable pour l'amélioration des connaissances et des théories dans la discipline du chercheur? cette recherche interdisciplinaire favorisera-t-elle le développement et l'intégration de nouvelles conceptions et méthodes au paradigme de la discipline du chercheur?

²⁰ Englobant toutes les sciences humaines, sociales, naturelles et appliquées dont l'objet fondamental est l'espace aux échelles géographiques (petites et moyennes), y compris nombre de sciences déterminées par l'espace, comme l'agronomie, l'écologie, la foresterie, la météorologie, l'urbanisme, et certaines branches du droit et de la sociologie.

*types de données*²¹. Les rapports structurants relèvent d'un principe de **dualité** entre les phénomènes, qu'on peut articuler selon des dimensions spatiale, temporelle et «sociétale» (c'est-à-dire des situations sociales), qui sont des **axes** de structuration (GIDDENS, 1984). La modélisation intégrant divers systèmes opérants se fera en fonction des **échelles** intrinsèques à ces systèmes le long de ces axes, et du degré de **complexité** de leurs entités, de leurs limites et de leurs relations. Cela inclut certains autres rapports duels opposant et liant à la fois des aspects de **centralité** avec l'**étendue**, en particulier géographique, ainsi que de la tendance à la **concentration** celle à la **diffusion** des phénomènes, qui se compensent dans leur évolution.

Des distinctions théoriques étaient autant nécessaires entre les notions de **structure** et de **système**²², pour cerner notre problématique plus interdisciplinaire que géomatique. Au delà d'une démarche systémique de modélisation, qui bien sûr fut conservée dans notre cadre théorique, les théories reconnues et assez générales auxquelles nous avons eu surtout recours pour approfondir les notions évoquées plus haut et en tirer des éléments méthodologiques sont :

- une théorie sociologique pour la structuration des rapports complexes entre la société et la spatialité, les acteurs sociaux²³ voyant leur **compétence** contrainte (sous-section 2.2.3.2);
- la théorie de la communication et de l'information²⁴ (sous-section 2.2.3.3);
- la méthode d'analyse phénoménologique et structurale²⁵, sans devoir étudier chaque aspect des diverses philosophies identifiées ou évoquées par ces termes (sous-section 2.2.3.7);
- la théorie psycho-sociale de l'apprentissage expérientiel²⁶, prenant en compte les *processus décisionnels* des acteurs dans l'organisation, et permettant l'identification nuancée de leurs *biais* et de leur *style cognitif* de développement professionnel (sous-section 2.2.3.1).

²¹ Les trois *types* «universaux» de données, couvrant toutes les *thématiques*, sont les données bio-climatiques (DBC), géo-physiques (DGP) et les DSÉ; adaptation de: De COURCY (1989), HAINES-YOUNG *et al.* (1993), BAILEY (1994).

²² Voir à la sous-section 2.2.3.2; inversement à ce qu'on retrouve ailleurs, entre autres en sciences sociales, la relation entre système et (-infra) structure a un sens technique en géomatique: le système est l'ensemble fonctionnel des composantes alors que la structure est la relation formelle entre deux composantes particulières du système.

²³ CROZIER & FRIEDBERG, 1977; GIDDENS, 1984; KELLERMAN, 1989; MILLER, 1992; WERLEN, 1993; GREGORY, 1994.

²⁴ SHANNON, 1949; ESCARPIT, 1976; BAILEY, 1994; en cartographie: GUELKE, 1977; WOOD & KELLER, 1996.

²⁵ LEVI-STRAUSS, 1958; MUCCHIELLI, 1983.

²⁶ SIMON, 1959; PIAGET, 1951 [*référence en anglais*: 1970]; KOLB, 1984.

1.5 LES RISQUES ENCOURUS SANS THÉORIE

Les données sur les aspects socio-économiques sont parmi les facteurs essentiels et cruciaux pour une prise de décision adéquate en aménagement du territoire²⁷. On risque de courir à l'échec lorsqu'on ignore de les intégrer, à quelque étape que ce soit de la conception d'un nouvel outil de modélisation spatiale, comme dans le cas d'un SADR. Nous postulons que ces risques seront réduits si les DSE sont intégrées dès les premières étapes, tâche qui d'ailleurs devrait s'avérer plus facile à conceptualiser en amont de la démarche de modélisation. Déjà, nous savons que les modèles conceptuels de données (MCD) à référence spatiale sont beaucoup plus complexes et denses que ceux des systèmes d'information usuels, parce qu'ils doivent décrire un bien plus grand nombre d'entités et d'attributs, avec leurs relations et leurs flux ; en ajoutant l'aspect décisionnel, les risques sont décuplés. Pour un organisme d'intervention préoccupé de la conservation des eaux et des sols, comme dans notre exemple porteur tunisien, les risques d'une modélisation insuffisante sont d'au moins deux sortes (FERLAND & CHEVALLIER, 1993: 949). On risque de développer un système inopérant, de prendre de mauvaises décisions organisationnelles, mal avisées ou peu «réalistes» dans leurs contextes socio-économique et spatial²⁸.

Ces risques décisionnels concernent : les faux problèmes, les situations mal comprises, la gravité des impacts et conséquences, les effets pervers, les contraintes sociales incontournables, les ressources déficientes, les opportunités ratées, les interventions inutiles ou inadaptées, les erreurs de composition et de modélisation, les entités mal caractérisées, les sites mal représentés, les solutions inapplicables ou rejetées par les destinataires parce qu'inacceptables. Les risques sont aussi très grands de rendre inopérant un système informatique à peine implanté, à cause de son

²⁷ L'aménagement du territoire est autant une pratique scientifique qu'une démarche socio-politique et stratégique, dont le but est la planification rationnelle par les autorités, des infrastructures fonctionnelles requises par les activités humaines dans un espace géographique limité, à grande et moyenne échelle (région administrative, zone forestière, bassin versant); par ses méthodes, on considère les capacités et contraintes physiques et économiques très complexes, qui sont présentes ou prévisibles dans les dynamiques du milieu naturel ou humanisé, ce qui inclut les conflits d'intérêt et les rapports de force concurrents parmi les groupes sociaux (BEAULIEU, FERLAND & ROY, 1995: 102-5).

²⁸ Ce genre de décision aménagiste avec un SADR ne concerne d'aucune manière la décision d'adopter une nouvelle technologie de SI (plutôt que de maintenir ou de favoriser l'évolution normale des moyens actuels); ni à sélectionner des équipements et logiciels de SIG commerciaux; ni aux processus hiérarchiques de décisions opérationnelles dans l'organisation; ces thèmes de décision sont les plus fréquents dans les publications en géomatique ou en management.

incapacité à satisfaire ses usagers pour la représentation spatiale ou la simulation des situations locales. En effet, sans même évoquer d'autres difficultés d'interface «humain-machine», la moitié des SIG implantés ne satisferaient pas les besoins du «client»²⁹. Malheureusement, ce sera le cas chaque fois que, par manquement à poursuivre des échanges constructifs, le modélisateur conceptuel et développeur de SIRS ne parviendra pas à subvenir adéquatement aux besoins de représentation spatiale de l'utilisateur, envers chaque système opérant qui l'intéresse (De COURCY, 1989: 144-9; *reprenant* C.W. Churchman). Le risque d'incompréhension s'accroît si le développeur n'est qu'un «analyste» en SI mémoriel ou transactionnel, ne maîtrisant que ses procédures structurées, alors que le «client» décideur exploitera à fond le SADRIS «non structuré» qu'il consultera, parce qu'il aura participé à sa conception. Il faudra savoir identifier et respecter le style cognitif du décideur (KOLB, 1984; De COURCY, 1989) et l'intégrer à une méthode de dialogue³⁰ soutenu et bien mené entre des acteurs se reconnaissant compétents dans leur profession et dans leur organisation. Sinon, le risque est énorme de ne jamais réussir à structurer les données en fonction des besoins et des objectifs plus ou moins clairs de l'organisation, ni des processus décisionnels devant profiter des opportunités et des ressources disponibles. L'enjeu est grave, car les objectifs officiels déclarés pour justifier l'intégration des DSE sont aussi élevés que d'améliorer les conditions de vie de populations rurales par un développement durable.

Quoique importants et intéressants en soi, il ne sera pas tenu compte dans cette recherche des enjeux éthiques ou organisationnels qui peuvent mettre en péril l'implantation réussie de tout système d'information. On ne considérera ni les rapports de droit entre l'information et l'innovation technologique, ni les rapports de confidentialité entre le professionnel et son «client», ni les orientations politiques face à l'exploitation des ressources du territoire en regard de valeurs sociétales ou écologiques, ni l'inconfort moral de certains aménagistes ou développeurs face au renforcement du pouvoir des dominants grâce aux outils d'information auxquels on contribue.

²⁹ Jusqu'à 49% d'utilisateurs britanniques de SIG prétendent qu'il ne fait pas ce que le développeur disait qu'il ferait, ce qu'ils pensaient qu'il ferait ni ce qu'ils avaient besoin qu'il fasse (MEDYCKYJ-SCOTT & HEARNshaw, 1993: 88).

³⁰ En accord avec CHEVALLIER (1994); on ne devra jamais confondre notre méthode expérimentielle du «dialogue» développée au chapitre 3 avec le mode conversationnel de l'interface «humain-machine» du même nom, qui est une fonction essentielle des SI *interactifs* appelés SIAD (COURBON, 1978; *repris de*: De COURCY, 1989: 97).

1.6 LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE D'INTÉGRATION DES DONNÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Avant de chercher à intégrer des DSÉ à d'autres données à référence spatiale qui, elles non plus, ne sont peut-être même pas encore modélisées, on doit d'abord expliquer l'expression «intégration des données» de différents genres ou types. Étymologiquement³¹, la racine latine du substantif *integer* signifie : «entier». L'*intégration*, ou l'action intégratrice, mène à la coordination des caractéristiques de plusieurs groupes d'éléments différents, en vue de relations harmonieuses entre eux dans un seul ensemble. L'*intégrité* est l'état d'une chose qui a toutes ses parties, qui est achevée, saine ou parfaite. Quant au verbe latin *integrare*, il signifie : «rendre ou maintenir entier ; rétablir une partie pour la faire entrer dans un ensemble et obtenir une chose complète, entière, totale, originelle, primitive», à tel point que le corps résultant qui en est maintenant composé éprouverait une altération évidente s'il était à nouveau divisé ou séparé de cette partie.

1.6.1 L'intégration de données différentes par nature et par fonction

L'intégration d'ensembles de données, qui sont différents par nature ou par fonction, consiste donc en une action volontaire pour les mettre ensemble, sur une base commune ou du moins compatible dans une même structure, au point de les rendre ensuite indissociables. Cela réduirait toutes leurs relations inutiles, redondantes ou contradictoires. Pratiquement, l'intégration oblige à recomposer l'ensemble des caractéristiques et des contextes des divers groupes de données pouvant fournir l'information spatiale dans l'organisation. On considérera en particulier certains aspects *techniques* et *sémantiques* : définition et régularité des termes et variables, d'où la nécessité d'un dictionnaire des données et des attributs, avec leurs relations et leurs méta-données (soit les données caractérisant l'ensemble des autres données). Que les données soient différentes par *nature*, cela concerne la modélisation physique des données : les modes de structures (soit fichier-table, vectoriel, ou en tessellation aussi appelée «*raster*»), les méta-données, les types de support compatibles, les normes de transfert et de validation, leur degré de complexité, etc. Par *fonction*, cela concerne la modélisation conceptuelle des données, le but pour lequel on les collecte, le sens qu'on leur accorde, la façon de les mettre en forme, les fins des systèmes opérants qu'elles décrivent, leurs inter-relations, et l'utilisation possible qu'on entend en faire directement ou après des traitements statistiques, géométriques, topologiques, etc.

³¹ Les définitions qui suivent sont inspirées et reconstruites à partir de nombreux dictionnaires usuels ou spécialisés.

La prise en compte de tous ces aspects pour l'élaboration d'un SADR nous aura permis d'affronter une problématique géomatique très complexe et d'obtenir des applications probantes de notre cadre théorique. Mais pour réaliser une authentique intégration des DSÉ localisées dans un SIRS ou un SADR, il faut posséder des aptitudes permettant d'apprécier les circonstances au sein des instances organisationnelles concernées. On doit en effet pouvoir discerner l'espace d'information et d'activité du «client», afin d'identifier ses besoins en fait de représentations de cet «espace d'action». On désigne ainsi l'environnement organisationnel et géographique sur lequel un acteur reçoit de l'information pertinente et signifiante ; l'espace n'est donc pas un simple contenant contextuel, ni juste un référentiel de support. Ces représentations spatiales sont autant géographiques et géométriques que cognitives et sociales. Malgré qu'elles soient rationnelles, la plupart des gens les trouvent souvent confuses ou peu structurées. D'où la nécessité pour le géomaticien de dépasser ses rôles de professionnel de la mesure des phénomènes sur le territoire et de *technologue* des SIRS (spécialiste de l'application appropriée de la technologie), pour passer au rang d'*expert* en dialogue sur les représentations spatiales, et pas seulement cartographiques.

1.6.2 Une approche de développement pour favoriser l'intégration

Dans notre cas, l'intégration elle-même devient un sous-processus de la modélisation conceptuelle des données à référence spatiale. En effet, il s'agit d'une intégration conceptuelle des DSÉ et des besoins décisionnels, non pas d'une intégration physique des données dans un SIRS. Comme ce fut mentionné, il y a trois catégories générales de *systèmes opérants* : physiques (naturels ou artificiels), vivants (organiques, écologiques) et sociaux (groupes, organisations) (De COURCY, 1989: 51-2). Ces catégories ne sont pas des «mondes» fermés ou isolés, car ces systèmes sont interpénétrables. Pour intégrer plusieurs thématiques relevant de divers systèmes opérants dans un système d'information décisionnel, la problématique revient à tenter de décrire ensemble les rapports systémiques intégrant les caractéristiques des activités humaines³² d'une part, en combinaison avec les ressources biotiques exploitables et les configurations physiques du terrain. Entremêlées à travers un même espace géographique qu'elles structurent et occupent

³² Un groupement humain peut autant être une classe sociale, un groupe ethnique, une communauté villageoise, un corps professionnel, un réseau de chercheurs formant une discipline scientifique ou le personnel d'une organisation.

à la fois, la distinction entre des entités, leurs limites, et leurs inter-relations est rendue difficile. Ces systèmes présentent de grandes différences selon les structures géographiques et géométriques par lesquelles on peut les modéliser et les représenter, aux diverses échelles spatiales, temporelles ou sociétales (KELLERMAN, 1989). La notion d'échelle sociétale est moins intuitive à saisir : elle consiste en l'ordonnancement des agents sociaux allant de l'individu et la famille (micro-société) à tout un peuple ou à l'humanité (macro-société) en passant par les organisations (méso-société).

Le «client» décideur, voulant se doter d'un SADRIS intégrateur des divers systèmes opérants qui le concernent, reconnaît ne pas posséder de modèles d'information ou de décision suffisants pour remplir ses objectifs organisationnels, compte tenu de toute la complexité de son espace d'action. Lorsqu'il recourt déjà à un SIRS, son besoin technique est de l'étendre ou de le changer en fonction de ses besoins organisationnels de décision. Pour cela, le développeur entamera un processus méthodique de dialogue ferme avec le «client» dès les premières étapes de la confection du modèle conceptuel de données (MCD), soit les étapes de l'*inventaire* des besoins et de l'*analyse* des rapports que l'organisation entretient avec les systèmes opérants reliés à sa mission. On doit distinguer que, pour modéliser le SADRIS, il ne faut pas s'en tenir aux résultats d'*inventaire* et d'*analyse* des modèles de données actuels dans l'organisation, car cela ne ferait que reproduire l'existant dans un nouveau SIRS de support, ce qui n'a que peu d'intérêt en soi. Le dialogue envisagé se confond donc avec l'adoption d'une approche orientée sur l'*analyse* des nouvelles préoccupations du «client» (une approche qualifiable d'«orientée-sujet»), plutôt que sur les contraintes envers ses moyens organisationnels actuels. Cela revient à faire démarrer la démarche de développement du SADRIS autour des étapes considérées comme subséquentes dans le paradigme du *cycle de vie*, soit sur la phase de la modélisation conceptuelle. Puis on portera l'attention sur les procédures de gestion des données et de l'information (sans confondre toutefois avec la gestion du système d'information, une fois implanté). On bonifiera ensuite la modélisation par des cycles récursifs de *prototypage*, en regagnant les étapes initiales d'analyse et d'inventaire et en élargissant vers des sources de données externes à l'organisation. Bref notre approche sera concentrée sur les raisons d'avoir à la disponibilité du «client» un système de renseignements et de représentations, donc sur ses besoins en décisions et sur les finalités de leurs objectifs, plutôt que sur les moyens techniques pour modéliser les données dans un SIRS de support du SADRIS.

Les problèmes spatiaux ne sont pas innés ni préconçus, ils changent avec l'endroit, le moment et les préoccupations du décideur dans son organisation. En utilisant un SADR, celui-ci cherchera à reconnaître ces problèmes d'aménagement de son territoire et à prendre des décisions à leur égard, selon certains points de vue courants dans sa profession et dans l'organisation. Les mêmes données pourront être traitées de bien des façons, selon un ordre très variable, ce qui donnera souvent des résultats différents, sans être nécessairement incompatibles. Si le développeur et son «client» décideur considèrent *a priori* les DSÉ comme des contraintes, comme étant donc secondaires et peu intégrables par rapport aux autres types de données, l'ordre dans lequel elles seront modélisées influencera grandement leur impact lors des traitements et, conséquemment, leur importance dans la prise de décisions. C'est ce biais qu'il faut éviter par une approche de développement du SADR qui permettra l'intégration complète des DSÉ, dès l'amont de la démarche de modélisation conceptuelle de la structure des données d'un SIRS de support. Dans notre exemple d'application tunisien, nous avons adopté une double *approche* par les *besoins* et par les *décisions*, donc descendante dans la hiérarchie organisationnelle, et récursive par rapport au *cycle de vie*. Tout en s'inspirant des façons dont notre «client» déterminait des *zones de planification* prioritaires, il fallut vite dépasser les quelques DSÉ complémentaires et externes retenues au départ, simples justifications des décisions d'aménagement de bassins versants. Puis notre modélisation conceptuelle a consisté en une foule de propositions à discuter pour intégrer des données et des thématiques socio-économiques en fonction des besoins d'élaboration de décisions, de simulation et d'atteinte de résultats. Malgré la complexité du MCD achevé, cela permettrait d'arriver, croyons-nous, à de meilleures solutions, ou à des décisions moins risquées.

1.6.3 Une méthode d'intégration des données à tous niveaux, basée sur le dialogue

Un aspect important de notre cadre théorique reposera sur la théorie de l'apprentissage expérientiel, déjà mentionnée. On y utilise aussi ce terme d'intégration dans un sens ultime, final, complété et stable ; il s'agit du troisième et dernier stade de développement personnel, après l'acquisition d'habiletés et de connaissances de base par l'expérience quotidienne concrète, suivie par la spécialisation sélective et compétente (KOLB, 1984: 15; *reprenant*: J. Piaget). Le sujet compétent a un *style d'apprentissage* intégré et cohérent avec la poursuite d'objectifs sociaux ou de projets professionnels, ce qui lui permet de motiver ses attitudes et ses conduites en situation

(MUCCHIELLI, 1983; 1992). Cela se vérifie autant lors de performances en temps réel que sur une vie entière (KOLB, 1984: 141). Mais toute intégration d'expériences sociales ne peut se produire que de façon réflexive ou comparative, entre autres par le dialogue entre acteurs. Par une méthode du dialogue, le développeur devrait mener le «client» à l'intégration de ses besoins au SADR à implanter, du fait qu'il s'agit d'un *cycle d'apprentissage* mutuel. Il sera aussi possible d'identifier et de compenser les *biais* professionnels, autant du chercheur que des répondants, malgré que la pratique du dialogue dans notre cas fut partielle et assez indirecte envers les DSÉ. Ainsi, on s'efforce de découvrir les perceptions que les acteurs ont des relations réflexives qu'un *système opérant* entretient sur un autre système, naturel ou social, qui est alors une composante structurelle de son environnement. Or les éléments qui émergent par le dialogue sont rarement révélés directement (MUCCHIELLI, 1983), dans leur pleine signification. Alors on privilégie quelques formes d'analyse (sémantique, phénoménologique, systémique, topologique, etc.) pour rétablir les relations complexes que des entités de divers *systèmes opérants* forment entre elles.

Tout au long de la démarche d'élaboration du MCD, le dialogue permettra au développeur et à son «client» de sélectionner les DSÉ pertinentes, lesquelles prennent bien des apparences :

- soit à travers des *entités* et des *attributs* (aussi appelés des propriétés) touchant d'autres aspects spatiaux (*ex.*: les routes, le coût effectif d'une plantation, le nombre de ménages vivant de l'agriculture dans une unité de recensement);
- soit en tant qu'*entités* proprement socio-économiques (comme une entreprise forestière), reliées entre elles dans un *système opérant* (*ex.*: le morcellement cadastral, un régime de production agricole, un réseau bancaire, le marché, les flux de main-d'œuvre);
- soit en tant que *relations* identifiables entre entités recomposant de nouvelles *super-entités* (les sortes d'activité rurale), des *agrégats* d'objets (un bassin-versant reformé à partir des zones de pente), des familles d'entités correspondant à des *thématiques* (les aménagements sur les cours d'eau) qu'on pourra numériser ou importer sous forme de *couches* de données (le recensement) ou des *systèmes opérants* formés d'*inter-relations* (une pratique culturelle);
- soit en spécifiant des *nœuds* de processus décisionnels, intégrant diverses entités et sources de données, et opérant comme des fonctionnalités spécifiques et programmées d'aide à la décision (*ex.*: des procédures de simulation, des matrices multicritères pour les actions optionnelles); la prise de décision est elle-même un processus socio-économique.

1.7 UN FORMALISME DE MODÉLISATION ET DE REPRÉSENTATION CONCEPTUELLE

L'intégration des DSÉ peut prendre bien des voies déjà existantes en modélisation des données. Mais on ne saurait se contenter d'une structure complètement indépendante de données, donc n'intégrant que des données d'un même type, ni du simple ajout d'entités, de relations, de thèmes ou de niveaux de données, en supplément aux côtés de données géo-référencées d'autres types. Notre modélisation conceptuelle comportait une diversité de constructions géométriques, de systèmes opérants, de processus décisionnels *en cascade* (BOULET, 1993: 52) et de nœuds de décision. L'occasion était trop belle pour se restreindre à une forme traditionnelle de modèle conceptuel de données (MCD), malgré ses mérites. Les formalismes de modélisation habituels s'avèrent insuffisants pour que le développeur d'un SADR parvienne à livrer un message complet et pertinent aux yeux de tous les futurs utilisateurs. Bien sûr, un modèle systémique demeure toujours une représentation partielle et partielle d'un aspect restreint de la réalité complexe, mais un MCD devrait refléter toute la profondeur des concepts ayant présidé à son élaboration, cela de façon explicite et structurée. Il doit être significatif pour quiconque le consultera dans l'organisation «cliente», afin de comprendre le SADR avant de s'en servir. Cependant, la variété d'éléments de représentation que les concepteurs et les utilisateurs d'un MCD peuvent assimiler n'est pas illimitée ; on ne peut multiplier les variétés typographiques ni les symboles compliqués pour montrer la complexité des relations entre entités sans risquer de rendre le MCD incompréhensible. On doit préférer des combinaisons explicites de symboles existants ou de primitives, avec un style qui préserve les rapports de signification auxquels on pourra se référer.

C'est la cohérence et l'unité de style entre les éléments représentant un système opérant qui permettront d'accéder à sa complexité, et non la simplification ou la généralisation de celui-ci. On ne parviendra jamais à abolir l'effort de compréhension que l'utilisateur d'un MCD doit fournir pour décoder le formalisme de modélisation employé. Nous avons tenté, tout en respectant des règles sémiologiques³³, d'approfondir le formalisme régulier dont nous disposions, en fonction de la structuration complexe et intégratrice des données qu'un utilisateur de SADR pourrait requérir lors de ses processus décisionnels. Quelques propositions d'extension du formalisme, résultant de l'application méthodique d'éléments de notre cadre théorique, sont apparues au MCD final de

³³ Définies ainsi: «style cohérent ou système de signes et de formes, avec leur signification sociale et culturelle».

notre cas d'étude tunisien. Toutefois, nous ne les présenterons pas ici car leur explicitation détaillée n'apporterait pas grand-chose aux objectifs de ce mémoire, sinon à titre d'exemple. Disons que cela a permis à la fois de dégager les inter-relations existantes aux nœuds de décision, puis de traiter des façons de reconstruire les formes géométriques, les limites et les points de concordance spatiale entre des entités complexes appartenant à plus d'un type de système opérant. Cette question est cruciale, car les données décrivant des objets et phénomènes de types différents possèdent rarement des caractéristiques concordantes dans leur structuration et leur représentation. Grâce à un formalisme étendu et adapté à la modélisation conceptuelle intégrée, la représentation des DSÉ ou des données bio-climatiques (DBC) ne risquera pas d'être de qualité inférieure, visuellement et informativement, à celle des données géo-physiques (DGP) considérées comme les données à référence spatiale de base, mesurables et stables dans le temps, donc plus fiables.

1.8 RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

En résumé, le développeur d'un SADRIS spécifique préférera adopter une approche par les *besoins* pour réussir à y intégrer un vaste ensemble de données socio-économiques (DSÉ). Parmi ces besoins complexes, les modèles et les processus permettant l'élaboration de décisions occuperont une place prépondérante, par rapport aux contraintes de modélisation des données géo-référencées. Les «contraintes socio-économiques» posent un problème pour la prise de décision en aménagement du territoire, mais pas particulièrement envers la modélisation des données dans un SIRS de support pour le SADRIS. En ce cas, l'approche pour le développement d'un SIRS sera double, car l'intégration des données sera tout aussi nécessaire sous cet aspect des *décisions* que face aux *besoins* d'information des acteurs dans l'organisation. On voit l'importance, pour mener la démarche de développement du SADRIS en fonction des acteurs, d'envisager une méthode de modélisation adaptée à l'approche retenue, et orientée vers l'*analyse* des nouveaux besoins du «client» plutôt que sur les contraintes envers ses moyens d'information spatiale. Sans doute qu'une approche privilégiant les données, axée sur l'*analyse* de l'existant, trouverait aussi avantage à appliquer une méthode portant spécifiquement sur les rapports entre le développeur et son «client».

Les résultats de notre recherche sont finalement de deux ordres, soit la méthode de dialogue avec le «client» permettant une modélisation intégrée des données relevant des trois types de *systèmes opérants*, puis le modèle conceptuel de ces données (MCD) que nous avons produit avec l'aide des éléments théoriques compris dans cette méthode de dialogue. Considérée dans le cadre d'une démarche complète de développement d'un SADRIS, notre intégration des DSÉ aura été effectuée en amont, juste après les

étapes préliminaires d'*inventaire* et d'*analyse* des modèles de données courants dans l'organisation. Alors, il aura fallu procéder à une patiente *analyse* des besoins dès le stade abstrait de la modélisation conceptuelle des données. Celles-ci n'existent pas en soi mais sont des éléments de composition des systèmes opérants qui intéressent le «client», autant de thématiques structurées dans un même espace géographique. C'est ce que nous avons voulu montrer, à propos d'une quinzaine de thématiques socio-économiques, en réalisant un imposant «modèle conceptuel des données et des décisions», spécifique au cas d'application tunisien. Ce MCD a pris une allure beaucoup plus dense que nécessaire, n'étant pas destiné à l'élaboration d'un prototype, ni à l'implantation subséquente d'un modèle physique de données (MPD) dans un SIRS. En étant plus exemplaire que pragmatique, il souligne un avantage non négligeable de notre cadre théorique et de la méthode de dialogue. En effet, l'exemple du MCD détaillé montre que ces théories et cette méthode pourraient tout aussi bien, par la suite, servir au décideur ou à ses agents pour la modélisation et l'interprétation d'outils de cueillette et de mise à jour des données sur le territoire. Cette méthode favorisera en général toute intégration d'expériences sociales entre groupe d'acteurs, ce qui ne peut se produire que de façon réflexive ou comparative, entre autres par leur dialogue. En particulier, ces théories et méthodes s'avéreront très utiles au «client» pour la préparation et la réalisation d'enquêtes auprès des populations locales ou de leurs organisations représentatives, ou encore pour l'expansion autonome d'un SIRS ou d'un prototype existant dans son organisation. En somme, un tel MCD est plus qu'un bien livrable résultant du dialogue expérientiel entre le développeur et son «client» ; c'est la «carte conceptuelle» d'un système de représentations qu'ils auront élaboré ensemble. Le décideur pourra le consulter pour rétablir tous les liens cognitifs qu'ils avaient spécifiés pour intégrer la complexité des systèmes opérants, socio-économiques et autres, afin de mettre en forme ses décisions sur le territoire.

La prise en compte d'aspects méthodologiques, pour l'élaboration d'un SADRIS et l'intégration des DSÉ, nous aura permis de résoudre une problématique géomatique très complexe et d'obtenir, avec ce MCD, une application probante de notre cadre théorique. Parmi les théories retenues et analysées, la théorie expérientielle prend une place privilégiée, puisqu'elle est à la fois une méthode d'analyse de dynamiques sociales et la base pour élaborer notre proposition théorique : une méthode de dialogue entre acteurs sociaux qui interagissent selon les tendances dynamiques de leur expérience. Le but d'une telle méthode de dialogue par l'apprentissage mutuel, que nous qualifions donc d'«expérientielle», demeure de supporter une modélisation complexe et intégratrice de données variées, dans un système d'information à référence spatiale utilisé comme support pour l'aide à la décision, donc dans un SADRIS.

Chapitre 2

ANALYSES THÉORIQUES POUR UN CADRE EXPÉRIENTIEL D'INTÉGRATION

La théorie de l'apprentissage expérientiel, telle que synthétisée, perfectionnée et appliquée par l'américain David A. Kolb, fut adoptée pour appuyer la progression de ce mémoire. Elle sera présentée en première partie de ce chapitre, avant de poursuivre l'analyse de huit autres théories reconnues pertinentes à notre recherche. Certaines parties essentielles de notre cadre théorique ont déjà été avancées en introduction et dans l'élaboration de notre problématique, en référant surtout à l'objet, au sujet, aux définitions de vocabulaire et aux concepts. Dans la théorie expérientielle pourtant, nous verrons qu'on considère normalement les aspects théoriques eux-mêmes vers le milieu du modèle du *cycle expérientiel*, à la troisième phase dite de la *compréhension*. Cette inconsistance n'est qu'apparente car les éléments théoriques à étudier constituaient eux-mêmes la matière de notre recherche, donc ce qu'il fallait d'abord percevoir puis analyser pour ensuite comprendre comment les théories retenues pouvaient apporter une réponse à notre problématique. Dans notre situation, il eut été difficile et peu logique de procéder d'abord aux premières étapes conventionnelles du cycle expérientiel, plutôt réceptives et analytiques. La théorie expérientielle prend une place privilégiée parmi les théories analysées, qui lui seront comparées dans la seconde section de ce chapitre. Elle nous servira de modèle pour élaborer notre proposition théorique: une méthode de **dialogue** entre acteurs sociaux, qualifiée d'«expérientielle».

Au cours d'un dialogue d'apprentissage mutuel, les acteurs poursuivront nombre de cycles d'échanges à partir de positions reconnaissables dans le modèle *expérientiel*. La méthode de dialogue expérientiel devrait permettre de situer les acteurs qui interagissent de façon récursive,

en fonction des tendances dynamiques de leur expérience, apparaissant dans la théorie et dans la pratique sous forme d'aptitudes, d'habiletés, d'attitudes, de compétences, de connaissances, ou même d'activités, selon le cas. Ces catégories génériques ne sont pas exclusives entre elles.

2.1 LA THÉORIE DE L'APPRENTISSAGE ET LE CYCLE EXPÉRIENTIEL

Le modèle éclectique achevé par KOLB (1984) n'est pas une théorie de son invention. Ce modèle intègre des bases théoriques réputées, en reprenant des processus généraux comme ceux de l'activité scientifique et de la prise de décision dite «rationnelle». Il s'agit d'une synthèse de plusieurs cycles ou processus récursifs procédant d'un même réseau de concepts. Le vocabulaire et les définitions ne sont évidemment pas les mêmes d'une théorie à l'autre, car elles considèrent des aspects différents. L'important n'est pas vraiment où commence le cycle mais, par convention, la plupart de nos références théoriques débutent par *l'expérience concrète* que l'on vit et la *perception* qu'on en a travers les réalités environnantes. Puis on réfléchit et on tente d'arriver à une forme synthétique, d'élaborer une théorie ou une méthode, de formuler une hypothèse, bref de parvenir à dire : «ça doit bien être ça, pour ça, comme ça!» Ensuite on dispose d'une sorte de recette : si l'énoncé en fut bien fait et que cela satisfait son auteur, celui-ci peut entreprendre une action complexe. En maîtrisant une méthode, on a alors une direction à suivre, on peut établir un objectif clair. Par renforcement, on procède à la réalisation de cette méthode ou de cet objectif désiré, c'est-à-dire à la **transformation** d'une situation par l'action. Au sens le plus large, on «expérimente» sur le monde concret, physique ou social, d'où l'appellation de *cycle expérientiel*.

Kolb élabore vraiment une théorie qui lui est propre suite à des constatations faites à partir d'enquêtes et d'études qu'il rapporte. Il a observé que les corps professionnels ainsi que les champs disciplinaires académiques semblent se développer - et les carrières semblent évoluer - d'une façon analogue au développement des aptitudes et les habiletés individuelles. Les modes d'organisation et les genres d'objectifs poursuivis ont aussi des tendances expérientielles dominantes. Personne n'est naturellement capable de suivre parfaitement, et avec méthode, un processus de changement ou de développement expérientiel, tout en conservant le même équilibre et une même satisfaction aux les différentes étapes. Or les membres d'un même *style cognitif* présentent une similitude d'intérêts, de compétences, de besoins, de valeurs et de discours, qu'on

peut clairement positionner dans un cycle d'apprentissage (voir les figures 2 et 4). À tel point que la représentation circulaire de l'apprentissage expérientiel est aussi courante en counseling d'orientation, pour classifier les groupes professionnels sous diverses typologies (BOLLES, 1987).

Ainsi, des gens sont doués pour agir sur des objets concrets et mettre la main à la pâte quasiment sans réfléchir, alors que d'autres personnes n'entreprennent rien sans avoir une compréhension claire et bien assimilée d'une situation problématique qui se présente, qu'elles ont imaginée, ou même qu'elles provoquent. Tous, nous avons des spécialités, et la plupart des gens ne peuvent s'intéresser facilement à des situations trop éloignées de leur position dans le *cycle expérientiel*, ou antérieures à cette position, puisqu'il semble difficile de reculer dans ce *cycle*. Pour les gens de style concret, une théorie se résume à «comment faire ?», et non à «pourquoi faire ?». D'autres gens, au style ouvert et à l'écoute d'autrui, considèrent que ce qui leur arrive ainsi que les conséquences sociales de leurs actes ont bien plus d'importance que les causes raisonnables des événements subis. Pour pouvoir entreprendre un cycle d'apprentissage, chaque individu doit être attiré par quelque chose de nouveau et de différent qui l'entraîne plus avant dans le sens du *cycle expérientiel*, au delà de l'horizon social autour de sa position dans le cycle.

Mais cela ne suffit pas ; la théorie précise qu'un apprentissage ne peut se produire sans qu'on ait complété une boucle de cycle, peu importe la durée ou la manière de déployer ses aptitudes moins sollicitées et d'achever le renforcement de ce qui fut appris. Cela ne veut pas dire que les personnalités et les champs professionnels sont circonscrits et déterminés, mais ils présentent de fortes tendances, formées par l'expérience et identifiables, qui comportent plusieurs aptitudes qu'on leur associe généralement. Selon les situations organisationnelles vécues, chaque acteur ne peut donc emprunter que quelques voies de comportement expérientiel. Par exemple, les concepteurs ne peuvent apprendre à changer ou à améliorer leurs théories qu'après les avoir appliqué pour en voir les effets, puis les avoir ré-analysées pour en tirer de nouvelles conclusions.

Les sous-sections qui suivent vont progressivement expliquer l'importance de telles notions envers nos besoins de modélisation, avant d'approfondir les concepts d'apprentissage, de *styles cognitifs* et de *cycle expérientiel*. Le modèle théorique de KOLB (1984) intègre des concepts

qu'on retrouve à la base d'une dizaine de théories psycho-sociales ; nous montrerons son intérêt pour appuyer une méthode de dialogue, pour aborder notre problématique de modélisation et comme base d'analyse des autres théories repérées que nous allons étudier à la section 2.2.

2.1.1 L'intérêt pour une méthode expérientielle de dialogue et d'intégration

Avec le modèle expérientiel nous trouvons, sinon une explication basée sur des raisons pleinement justifiables, du moins une intéressante description généralisée qui nous permet de comprendre les relations de nombreux éléments de notre problématique, et d'agir en conséquence. On y présente une articulation des tendances, des aptitudes et des activités liées à des processus comme la prise de décision, ce qui montre que les gens ayant un style «décisionnel» sont très spécialisés professionnellement. Enfin, on y spécifie des habiletés pertinentes et des attitudes à tenir pour «développer un modèle conceptuel», ainsi que pour entretenir un dialogue positif et productif entre gens au style différent, comme le modélisateur en géomatique avec son «client».

Bien sûr, il existe beaucoup d'approches scientifiques et de méthodologies pour développer des systèmes d'information (SI), publiées et disponibles pour tout chercheur. En sciences sociales aussi, on connaît une foule de techniques pour les entrevues, les dynamiques de groupe, le remue-méninges, et l'interprétation des résultats d'enquête. Mais nous n'avons pas pu retrouver d'auteurs ou d'écrits en modélisation avançant quelque chose de précis, cohérent et applicable *en amont*, sur la façon de mener le dialogue dès les premières phases d'une démarche de développement de SI, aux phases de l'inventaire, de l'analyse, de la modélisation conceptuelle ou du prototypage. On doit se contenter d'une vague ligne de conduite du genre : «Bien, vous demandez au client ce qu'il veut, puis vous le modélisez pour lui, selon ses besoins». Comme si cela allait de soi ! Comment agir avec des professionnels spécialisés soit en géomatique, soit en aménagement du territoire, soit en applications informatiques, soit en prise de décision stratégique, etc.? Comment entretenir ce fameux dialogue avec plusieurs acteurs formant le «client», qui est somme toute une organisation entière ? À quoi reconnaître les types de compétences des acteurs dans une organisation, leurs rôles et leurs biais dans la communication lors d'une démarche de modélisation ? Avec qui s'en tenir au minimum, se conformer au pied de la lettre, et avec qui faire preuve d'imagination par des propositions créatives et nuancées ?

Ce que nous recherchions, pour l'intégration des DSÉ parmi d'autres données à modéliser, c'étaient les balises d'une méthode permettant de spécifier les problèmes qu'on pouvait rencontrer devant les besoins exprimés par le «client», ainsi qu'envers certaines catégories de besoins de modélisation que nous avons identifiées en tant que développeur (voir à la sous-section 2.2.2). Des deux côtés, le risque semble fréquent qu'on mûrisse des insatisfactions jusqu'à la fin de la démarche, et encore longtemps après l'implantation du SI. En cherchant des appuis théoriques pour aborder notre problématique complexe, soit adapter la modélisation aux caractéristiques du «client», cela étoffait ce que nous appelons une «méthode du dialogue expérientiel avec le client». Il ne s'agit pas de simples techniques plus ou moins mécanistes pour structurer un questionnaire, ou pour traiter des réponses en fonction des biais statistiques. En partant du point de vue de géomaticien et en détenant une méthode expérientielle valable, nous sommes confiant de parvenir à une modélisation vraiment intégratrice des DSÉ dans un SIRS (ou un SARDS) et satisfaisante pour notre «client», le décideur qui l'utilisera. Le développeur appuyant sa démarche sur cette méthode saisira bien le fait que le décideur, dans son organisation, part d'un tout autre point de vue cognitif et professionnel que lui, face à cet espace qu'ils doivent modéliser ensemble.

2.1.2 L'apprentissage expérientiel en fonction du style cognitif

L'apprentissage est considéré comme *le* processus majeur de l'adaptation humaine - avant même le langage «naturel» - car il procure l'ensemble des liens conceptuels afin que tout acteur social transforme son expérience en connaissance (KOLB, 1984: 38). C'est par l'apprentissage qu'on assimile les réalités perçues et les expériences vécues et qu'on s'en fait une «raison» sans cesse renforcée, afin de pouvoir diriger son action. Un apprentissage est un processus cognitif de généralisation, un schéma mental formel utilisable devant une situation inconnue ou changeante dans son environnement. Ce schéma de généralisation, complété par diverses informations reçues, sert de catégorie de codage et de perception lors de nouvelles expériences de vie. Par la suite, on structurera sa connaissance de l'environnement vécu selon cette catégorie d'appréhension de l'information (MUCCHIELLI, 1983: 310), sans que l'accumulation de données recoupées apporte une signification supplémentaire. La notion d'apprentissage expérientiel couvre un vaste champ allant de la performance immédiate requérant des «habiletés motrices concrètes» et des «informations verbales», reçues ou rappelées en mémoire vive à court terme, jusqu'à l'intégration

de «stratégies cognitives» et de «compétences complexes» lentement accumulées et renforcées sur toute une vie (GAGNÉ, 1984). Par analogie, on compose une hiérarchie ascendante des objets d'apprentissage allant des comportements (actions et attitudes) routiniers, jusqu'aux valeurs sociales puis aux significations culturelles profondes accordées aux activités et aux situations sociales. Les processus cognitifs vont, avec une complexité croissante de leur mode expérientiel, de la *catégorisation* à la *conceptualisation* ; c'est-à-dire qu'on commence par la dénomination pour distinguer les situations reconnues et par leur mise en classes, pour aller à la formulation abstraite de leurs relations, et jusqu'à l'acquisition de connaissances (MUCCHIELLI, 1983: 311; *d'après*: PIAGET, 1967). Même le développeur d'un SI poursuit un processus d'apprentissage lorsqu'il doit reconnaître et catégoriser des entités et des relations, puis en établir un modèle conceptuel.

Chaque individu ou chaque groupe homogène dispose de ces importantes capacités de généralisation pour apprendre une chose nouvelle, l'absorber, la mémoriser puis entreprendre des actions, et pas seulement des gestes conditionnés. Pour un acteur, l'activité bien adaptée à son propre *style cognitif* est toujours intéressante parce qu'il sera **compétent** à l'effectuer sans effort, mais il apprendra bien peu en n'agissant qu'avec ses **connaissances** et ses aptitudes déjà acquises. Ce qu'un acteur peut apprendre doit lui paraître significatif, mais surtout nouveau ou différent sur l'arrière-plan des situations familières, et à une certaine «distance cognitive» des relations sociales, des attitudes ou des compétences relevant de son style cognitif. Sans cette distance, il ne saurait y avoir d'engagement cognitif ni de processus d'apprentissage qui débutent. L'apprentissage ne sera un succès que si l'intérêt de l'acteur évolue dans le sens d'un *cycle expérientiel* complété, puis que si quelques réflexions, des explications et ses expériences subséquentes le renforcent. Lorsque la distance cognitive est trop grande, l'intérêt est trop faible et l'acteur est peu attiré vers des situations face auxquelles il ne ressent que de l'incompétence.

La théorie expérientielle postule que, dans une organisation stable comme chez la plupart des individus, les compétences autant que les représentations sociales composent une «signature» cognitive qui est un dosage particulier des diverses caractéristiques des styles (sous-section 2.1.4). Les tests développés par Kolb en psychologie organisationnelle, appliqués de 1974 à 1984, lui ont permis de déterminer les proportions relatives des quatre principaux *styles cognitifs*

d'apprentissage pour un individu et, par agrégation, pour un groupe. Par analyse des variances, il put apprécier le degré d'hétérogénéité entre divers groupes. Par exemple les ingénieurs, liés aux développements technologiques, ont un style cognitif assez normatif ou conventionnel, lorsqu'il s'agit de recueillir et de gérer des données. Cela diffère du style plutôt «investigateur» des scientifiques qui décrivent et qui expliquent des phénomènes, comme en sciences naturelles et en géographie. Les professions libérales et les promoteurs au style «entreprenant» de gestionnaire se distinguent bien des travailleurs sociaux et des architectes, au style «créateur» plus expressif.

L'expérience professionnelle d'un acteur a des conséquences directes sur le développement du comportement organisationnel (LEWIN, 1951; ARGYRIS & SCHÖN, 1978; SCHÖN, 1983). L'ensemble des acteurs d'un même «système organisationnel» (CROZIER & FRIEDBERG, 1977) adhèrent à un style cognitif d'apprentissage adapté à leur entreprise, à leur profession et avec leur position sociale et hiérarchique. Mais plusieurs ont de la difficulté à se maintenir dans leur rôle organisationnel, à cause de particularités dans leur origine culturelle ou dans leur développement personnel, qui deviennent des contraintes persistantes à leur intégration sociale. Ils rencontrent d'insurmontables déficiences à entreprendre un processus d'apprentissage dynamique vers un autre style cognitif, quand l'organisation le requiert comme au moment d'une promotion ou d'une mutation. Il y a alors blocage, et même résistance aux changements. Alors, ces acteurs n'évoluent pas pour le mieux au sein du groupe car ils n'en ont pas acquis les compétences sociales cohérentes afin de contribuer à la poursuite de ses activités. Ils n'auront pas adopté les manières de faire ou même le vocabulaire utilisé, ni l'ensemble des biais qui sont communs au groupe. Ainsi dans les domaines scientifiques et académiques, la compétence des acteurs s'exprime et se vérifie selon leur degré d'adhésion et de conformité à un «paradigme», au sens de KUHN (1962). S'ils «n'ont pas réussi» professionnellement, on ne peut pas considérer les acteurs sociaux en tant que représentants compétents (GIDDENS, 1984) de leur groupe, sans risque d'introduire un biais incontrôlable. Or c'est surtout cette compétence organisationnelle des acteurs qui intéressera le modélisateur, plutôt que leur caractère personnel, car un SIRS (d'autant plus un SARDS) ne sera utilisé par la suite que dans le cadre professionnel et technique de l'organisation qui a les moyens de le développer. Voyons donc en quoi consistent ces *styles cognitifs* expérientiels.

2.1.3 Le modèle théorique intégrateur de l'apprentissage expérientiel

Le modèle représentant le processus de l'apprentissage expérientiel est un construit, le résultat d'une démarche éclectique intégrant des éléments compatibles en provenance de diverses théories du développement personnel et du comportement social des acteurs. Elles partagent certaines propriétés et des correspondances quasi-directes, ainsi que plusieurs conceptions à propos de processus adaptatifs et cognitifs de base. La théorie expérientielle postule que toutes sortes de modèles s'inspirent en fait de la méthode de recherche scientifique (KOLB, 1984: 32; depuis: BERNARD, 1865). Dans l'ensemble, ces modèles théoriques considérés par Kolb étaient évolutifs, ou cycliques et récurrents, leur processus formant une succession typique d'étapes (entre trois et huit, selon le cas) qui ne pouvaient régresser, sous peine de devoir s'arrêter. Qu'il s'agisse d'une action décidée, de la formation professionnelle ou du développement de la personnalité, ces processus continus d'adaptation à l'environnement social varient seulement en concentration ou en diffusion dans le temps et l'espace (*Idem*: 34), mais pas dans leurs fondements conceptuels.

Les trois principales théories réputées en sciences sociales sur lesquelles Kolb s'appuya (par Dewey, Lewin et Piaget) se fondaient implicitement sur la notion de **perception** du monde en *appréhension* concrète et en *compréhension*. On y considérait aussi la **transformation** de l'acteur dans sa relation avec le monde selon les deux modes de l'*intension* ou de l'*extension*, autres notions philosophiques bien établies. La transformation concerne autant des idées ou des concepts que l'acteur synthétise, que son action volontaire sur le monde extérieur. Pour mener son développement théorique propre, Kolb a considéré essentiellement ces théories psycho-sociales :

- la philosophie éducationnelle, du genre pragmatique, de John DEWEY (1938),
- la psychologie sociale et le développement organisationnel, de Kurt LEWIN (1951),
- les stades de développement cognitif de l'enfant, de Jean PIAGET (1951),
- les psychologies thérapeutiques, avec Carl Jung, Abraham Maslow ou Carl Rogers,
- la *gestalt therapy*, de Fritz Perl,
- la formation radicale pour l'action sociale «critique», de Paulo Freire,
- le processus de prise de décision [*decision-making*], de Herbert A. SIMON (1959),
- les modèles de résolution de problème [*problem-solving*], de William Pounds,
- le processus de la créativité, de Graham WALLAS (1926).

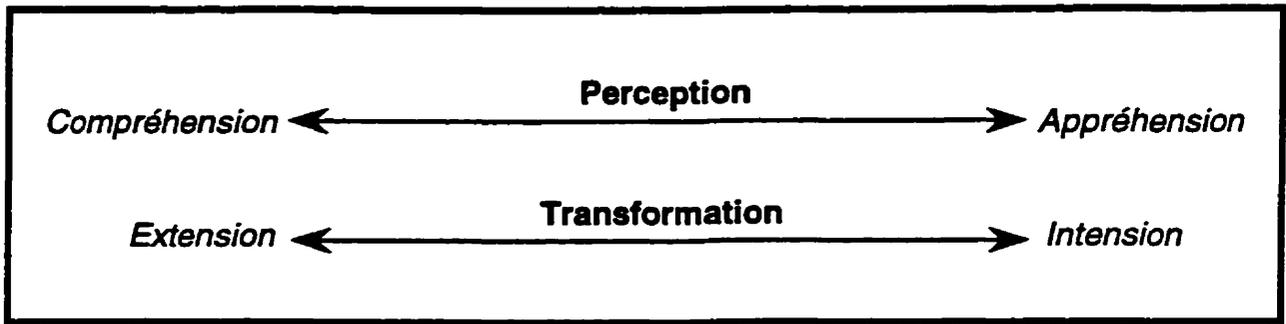


Figure 1a - Spectres des principes psychologiques à la base des quatre modes expérimentiels

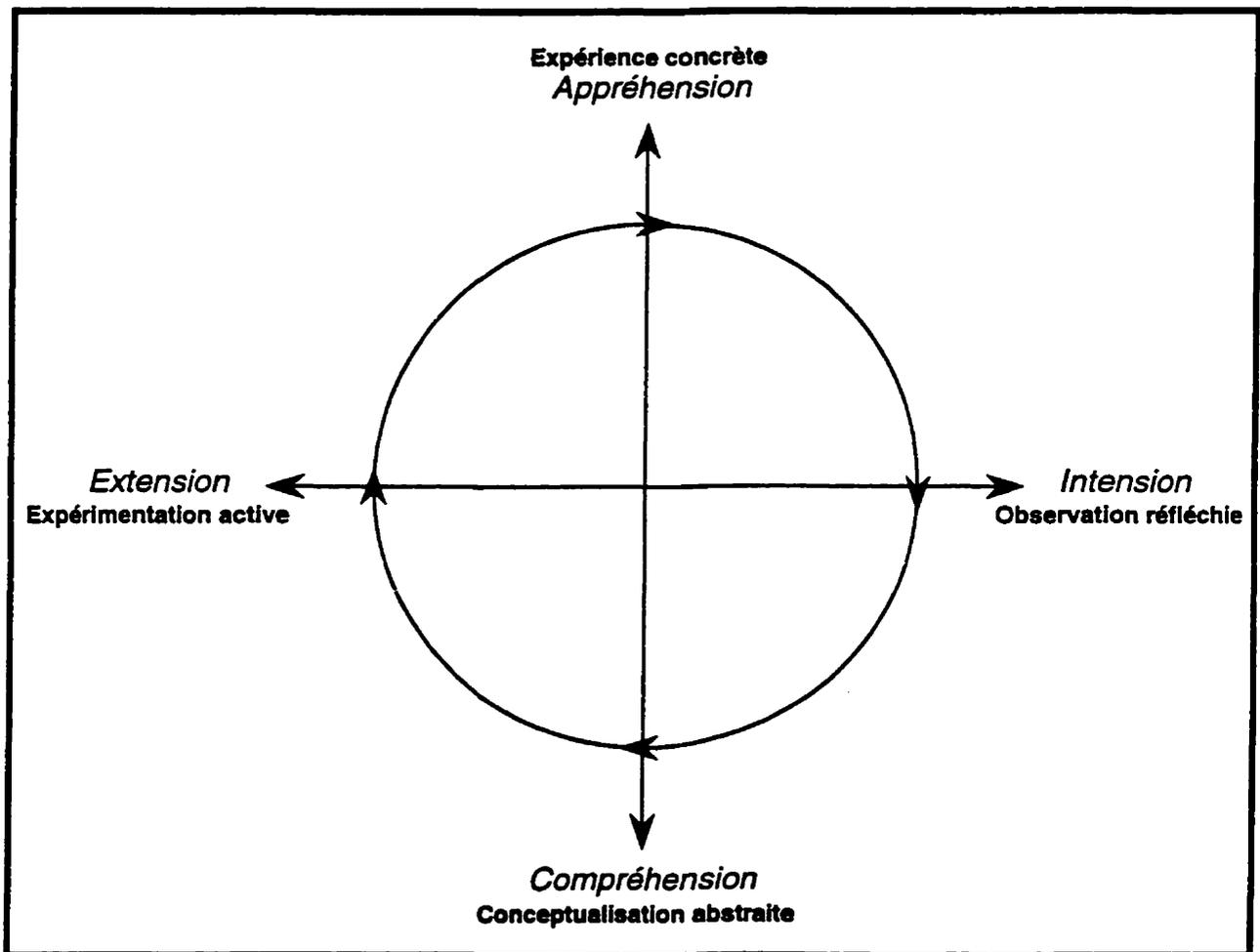


Figure 1b - Les trois dimensions structurant le modèle d'apprentissage expérientiel: le croisement des axes d'appréhension et de transformation du monde, avec le sens horaire du cycle expérientiel

D'après KOLB (1984)

Sans élaborer sur toute la construction théorique de KOLB (1984), nous allons décrire la structure de son modèle de l'apprentissage expérientiel, en expliquant un peu la signification et le rôle des divers éléments utilisés. Le modèle est formé de trois dimensions :

1 - Les dialectiques de la perception et de la transformation par l'acteur composent deux axes, qui sont analogues à des spectres continus de tendances, ou de modes (figure 1a). On considère ces relations dialectiques comme des conflits mentaux entre ces modes. Les extrémités de ces deux axes placés en croix indiquent quatre tendances fondamentales (figure 1b), les *stades de l'apprentissage*. Lorsqu'ils correspondent aux modes perceptifs, on nomme ces stades : *l'expérience concrète* et la *conceptualisation abstraite*. Les modes transformatifs correspondent aux stades de *l'observation réfléchie* et de *l'épreuve de l'action* (ou de *l'expérimentation*)³⁴ (figures 1b et 2).

2 - Tout processus réussi d'apprentissage, au sens large, est une succession circulaire des quatre stades, un *cycle expérientiel*, représenté au modèle dans le sens horaire (figures 1b et 2). On considère généralement dans les diverses théories que ce processus débute par une expérience concrète et *l'appréhension* des situations et des problèmes, c'est-à-dire qu'on s'en fait une représentation basée sur la «réalité» ou l'activité observées. Le cycle se continue par *l'intension*, la *compréhension* et *l'extension*. Mais ce processus n'est jamais isolé et s'inscrit toujours dans des cycles récurrents ou spiralés. En fait, un processus d'apprentissage peut être enclenché à n'importe quel stade du cycle, surtout en fonction du style cognitif de l'acteur et de sa situation lorsqu'un élément déclencheur survient ; ce peut être une idée, un plan, un constat ou un incident externe.

3 - Les quadrants déterminés par les axes en croix correspondent aux quatre formes de base de la connaissance, autrement dit à quatre *styles cognitifs* d'apprentissage (figure 2). Kolb les énumère : le *divergent*, l'*assimilateur*, le *convergent*, et l'*adaptateur* (ou l'*accommodateur*)³⁴. Le style *divergent* combine l'expérience concrète ouverte sur les gens et l'observation réfléchie mais intuitive. Le style *assimilateur* est réfléchi et perçoit par compréhension et déduction, allant de l'analyse descriptive à la synthèse conceptuelle. Le *convergent* veut agir sur le monde de façon ordonnée, méthodique, procédurière ; il s'accomplit par la comparaison, la sélection, l'évaluation

³⁴ Certaines de ces appellations varient selon les traductions et les adaptations de KOLB (1984).

des situations et la préparation de décisions justifiées. Enfin, l'*accommodateur* réagit aux circonstances, il est un *adaptateur* qui applique des décisions en prenant les moyens pour influencer les gens et les situations. En commençant par ce dernier style, ces quadrants correspondent aux quatre stades du développement cognitif qui sont, d'après PIAGET (1951): 1) sensori-moteur, 2) représentationnel et iconique, 3) symbolique et logique (assimilation des classes et des relations), et 4) mise en opérations formelles (KOLB, 1984: 23-5).

Le style cognitif de chaque acteur représentatif ou de chaque groupe professionnel qui intéressera le chercheur pourra être positionné parmi ces quadrants. Néanmoins, la forme géométrique et la surface de ces quadrants ne doivent pas être comprises comme étant délimitées ou fermées par les axes du modèle : il ne s'agit que d'un support de représentation (quoique gradué pour certaines fins; voir la figure 3) pour un processus d'apprentissage continu ou récurrent, non pas d'un découpage des styles cognitifs. Les distances relatives entre des habiletés rattachées à un style pourront y varier selon les acteurs et les fluctuations de leur apprentissage.

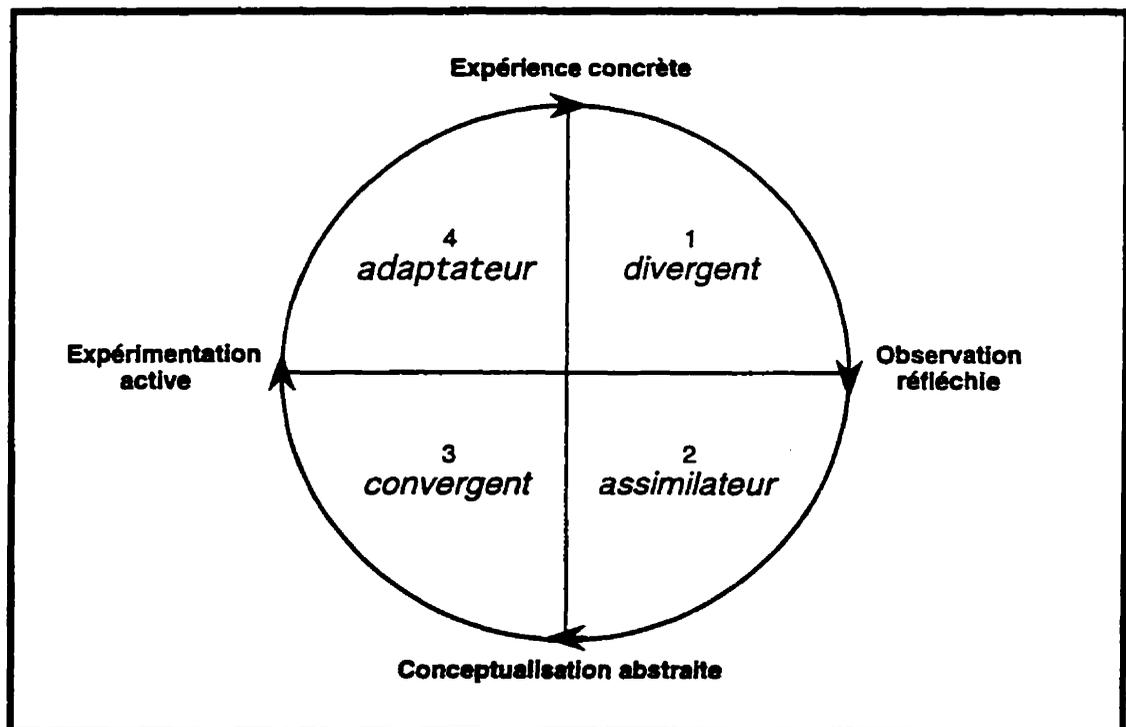


Figure 2 - Le modèle d'apprentissage expérientiel: la combinaison des modes expérientiels (aux extrémités des axes) forme les quadrants des quatre *styles cognitifs*, suivant le cycle expérientiel

D'après KOLB (1984)

2.1.4 Le cycle expérientiel des styles cognitifs, selon leurs habiletés et aptitudes

En définitive, un *style cognitif* d'un individu est la façon par laquelle il est ouvert aux différences dans le monde, et grâce à laquelle il est habile et compétent pour transiger avec lui, à le comprendre et à en transformer sa perception. Cet aspect de la personnalité de chacun est une composante essentielle de son «point de vue»³⁵, son propre ensemble d'attitudes personnelles et d'habiletés apprises. À l'âge adulte, on ne change plus que très lentement de style cognitif, surtout avec l'expérience répétée et les biais renforcés par une activité professionnelle.

Grâce à des tests projectifs développés à cet effet, on peut positionner ces aptitudes le long des quatre demi-axes expérientiels du modèle, donc les graduer en fonction de tendances. Ainsi, en reliant ces points on obtient la «signature» en quadrilatère du style cognitif propre à chaque répondant au test. Son style dominant sera celui où le côté (ou les deux côtés) de ce quadrilatère est le plus long et le plus excentrique, autrement dit dans le quadrant dont les tendances sur les deux demi-axes sont le plus fortement accentuées (KOLB, 1984: 72, sa *figure 4.2* est l'exemple de notre figure 3). C'est dans ce quadrant (ou sur le demi-axe entre deux quadrants voisins) qu'on situe le *style cognitif* représentatif d'un groupe homogène d'acteurs.

Pour tout acteur social, un apprentissage démarre sous l'effet d'un élément déclencheur nouveau et significatif, à un moment de nécessité ou d'opportunité, comme arriver dans une ville inconnue ou obtenir un mandat de modélisation. Ce déclencheur correspond et résonne avec certains des traits mentaux (attitudes personnelles du moment, compétences pertinentes, habiletés à percevoir les circonstances d'un événement) qui composent son style cognitif. Normalement, les attitudes requises pour saisir l'occasion doivent être assez proches de celles qu'on a déjà développées autour de ses tendances cognitives. Cela est surtout vrai envers les compétences et les aptitudes déjà maîtrisées par l'acteur, qui opèrent entre elles et qui sont situées antérieurement à son style, dans le cycle. Selon la théorie, c'est l'enchaînement en une série d'autres attitudes et habiletés que l'apprentissage (comme tout processus expérientiel) se poursuit et peut se compléter, dans le sens horaire d'un *cycle expérientiel*, à la suite des quadrants du modèle.

³⁵ Tout développeur de SI doit savoir comprendre cette *Weltanschauung*, selon OLLE *et al.* (1991: 28).

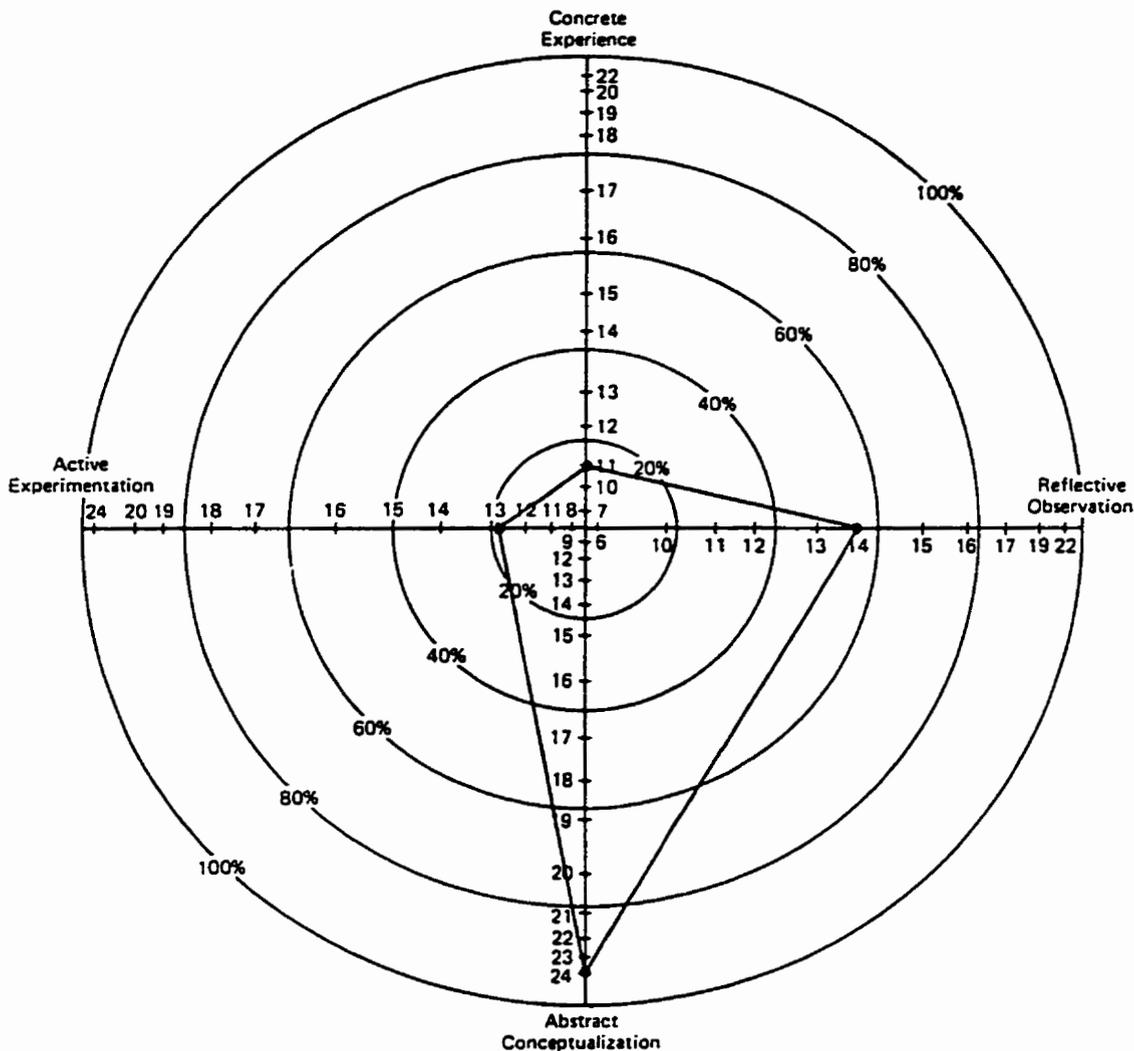


Figure 3 - Exemple de «signature» du style cognitif assimilateur d'un étudiant au M.B.A. montrant le pourcentage et la gradation factorielle des tendances expérientielles sur les axes
 Tiré de KOLB (1984: 72)

Ce cycle est un parcours d'apprentissage fait de relations conceptuelles entre des sites placés sur le modèle. La série d'attitudes d'un parcours n'est pas une séquence linéaire d'étapes définies ou d'activités à suivre, comme le *cycle de vie* d'un SI (voir à la sous-section 2.2.3.6), ni une procédure hiérarchisée comme dans le *cycle de décision* engagé lors du développement d'un SI (TARDIEU *et al.*, 1986: 183). Un parcours expérientiel est difficile à décrire, pouvant faire des boucles d'un cycle sur l'autre, ou se concentrant sur plusieurs habiletés d'un même style, puis passant vite aux compétences des styles suivants, ou se refermant en sites qui concentrent quelques aptitudes et habiletés opérant de concert. On ne tient compte ni de rythmes, ni de durées.

Il ne faut pas confondre une *attitude* cognitive particulière d'un acteur (sa «disposition d'esprit» ou sa compétence) avec l'*activité* ou la tâche qu'il mène lorsqu'il exerce l'une ou l'autre des aptitudes qui composent son style cognitif. Considérons les neuf actes suivants : «prendre une décision»³⁶, «collecter des données», «soumettre des propositions», «identifier des problèmes», «élaborer et concevoir un modèle» nouveau qu'on va «tester» et en «mesurer les performances», puis en apprécier les conséquences pour voir si cela «correspond aux objectifs» et ainsi «rediriger les acteurs». De telles activités caractérisent en détail les étapes du processus rationnel de la *prise de décision* de SIMON (1959), allant de l'identification d'un problème jusqu'à l'application de la solution choisie. Cela constitue un *cycle expérientiel* partant et retournant au site de la *gestion* (sur le demi-axe d'expérimentation *active*, à gauche de la figure 4, p. 39), tout en se déroulant à travers les quatre styles cognitifs. La majorité des individus détiennent l'aptitude très centrale d'«obtenir des renseignements» (voir la sous-section 2.2.3.4 et la figure 4), ou d'autres habiletés liées à certains sites de retour de cycle, ce qui leur permet de poursuivre, de compléter ou de renforcer leur apprentissage. Mais rares sont ceux qui parviennent à exécuter toutes ces tâches à la suite, avec la même compétence. C'est justement parce que certaines aptitudes ou compétences manquent à chaque acteur, ou qu'elles sont distantes de son style cognitif, qu'une activité comme la prise de décision constitue en soi un contexte d'apprentissage expérientiel, et non une fonction générale et «naturelle» apparaissant avec la même logique pour tout le monde.

2.1.5 L'application du cycle expérientiel aux styles cognitifs professionnels

Les explications fournies dans cette sous-section visent surtout à illustrer pour le lecteur le degré de nuance que les applications de la théorie de l'apprentissage expérientielle permettent de considérer pour l'étude des *biais* professionnels, dans une méthode de dialogue par exemple. Kolb a présenté les résultats corrélés de tests projectifs d'aptitudes et d'habiletés qu'on a fait subir à des centaines d'étudiants gradués en génie et en service social ; cela a permis d'établir les composantes de leurs *styles cognitifs* d'apprentissage (KOLB, 1984: 92-7, ses *figures 4.8 à 4.11*). Ces deux groupes cibles sont tout à fait représentatifs et intéressants pour nous puisqu'ils permettent de situer plusieurs éléments résumant notre problématique de recherche : «modéliser

³⁶ Les aptitudes entre guillemets, ici et à la sous-section 2.2.3.1, réfèrent aux appellations utilisées par KOLB (1984).

les concepts» pour *intégrer* adéquatement des données *socio-économiques* (DSÉ) dans un SIRS devant permettre à des *ingénieurs* ruraux de «prendre des décisions» structurées qui soient *socialement* acceptables. Le positionnement relatif d'environ trente-cinq habiletés, compétences et aptitudes relevées avec ces tests montre, par l'analyse factorielle des variances, le regroupement de bon nombre d'entre elles, quasiment en concordance avec les quadrants des styles cognitifs. L'auteur a détaillé toutes ces aptitudes en quatre groupes congruents de compétences, même si certaines semblent excentriques ou pourraient caractériser plus d'un style cognitif. Partant du premier quadrant, il identifie des compétences pour les «valeurs» (cas associé au type *divergent*), pour les «idées» (*l'assimilateur*), pour la «décision» (*le convergent*) et enfin pour l'«action» (*l'adaptateur*). Nous avons là un outil d'analyse pour comparer *a priori* des biais professionnels.

Les aptitudes généralement associables aux qualités professionnelles de l'ingénieur et de l'informaticien sont concentrées au milieu du troisième quadrant du style cognitif *convergent*. Elles sont *abstraites* (perceptions en compréhension) et *actives* (transformation en extension), parce qu'ils s'intéressent à l'application des concepts et des procédures (voir la figure 4). Ce site du style cognitif de l'ingénieur comporte des aptitudes à «analyser des données quantitatives», mais aussi à «créer de nouvelles façons de penser et de faire», à «établir des buts», à «prévoir diverses options» puis à «détecter et saisir la meilleure opportunité». Les compétences d'«idée» du style *assimilateur* (bien plus réfléchi qu'actif, dans le deuxième quadrant), que nous associons aux qualités professionnelles du développeur et modélisateur de SIRS, aboutissent aussi à ce site. En effet, on y retrouve des compétences comme : «fixer les thèmes et les éléments d'un grand ensemble», «élaborer des modèles conceptuels» et «organiser l'information». Ces acteurs partagent d'ailleurs une autre aptitude, qui consiste à «expérimenter avec de nouvelles idées ou théories».

D'autre part, le style de l'ingénieur va plus loin dans le sens du *cycle expérientiel*, au delà du site de la «prise de décision», dans le style *adaptateur* (bien plus pratique), pour apprendre à administrer, c'est-à-dire à «maintenir les objectifs» et à «influencer et diriger les gens», pour faire appliquer des «décisions prises», sur la base des «renseignements pertinents obtenus» à partir de la «collecte de données», qu'il aura judicieusement établie d'ailleurs. Nous avons pu constater, avec les répondants tunisiens, que les carrières évoluent souvent dans ce même sens horaire.

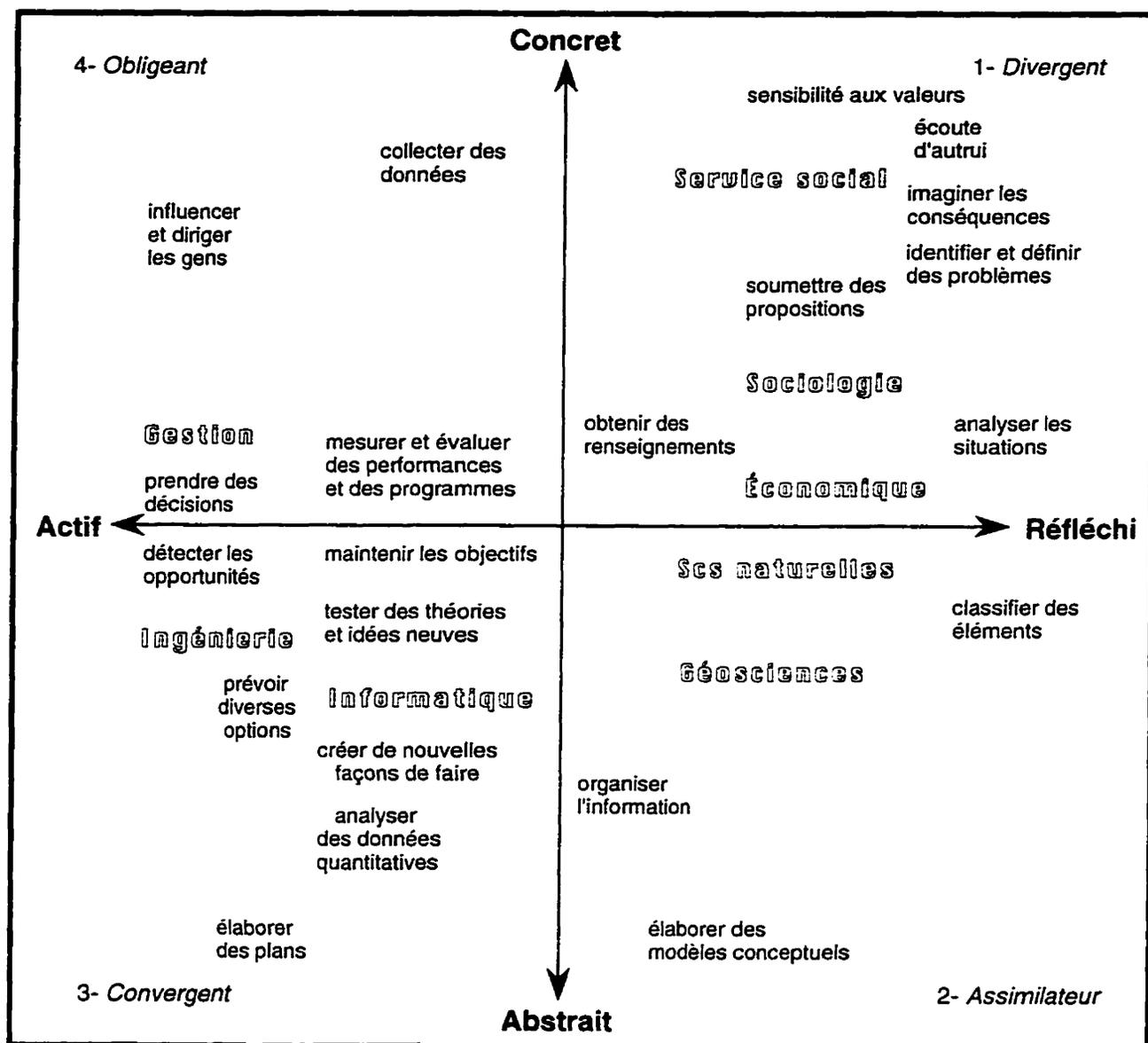


Figure 4 - La position approximative d'aptitudes, d'habiletés et d'activités dans le modèle expérientiel, avec le site général de quelques champs professionnels ou académiques (en relief) parmi les quatre styles

Recomposition d'après KOLB (1984)

Lorsqu'on leur confie des rôles administratifs de planificateur, les ingénieurs sont tenus de s'intéresser aux DSÉ, qui autrement leur auraient paru une préoccupation bien lointaine. Quant à «identifier et définir les problèmes» qui surgissent, puis à «imaginer des conséquences», ces attitudes *divergentes* sont du côté opposé, dans le premier quadrant des professionnels du social. Pour apprendre, l'ingénieur ou le modélisateur de SI devront avoir l'opportunité de refermer la

boucle expérientielle sur les quelques attitudes et habiletés qu'ils peuvent posséder déjà vers ce quadrant, puis de revenir à leur style pour «évaluer des performances et des programmes» par exemple, ou pour accueillir les «propositions soumises» par d'autres. En effet les aptitudes *divergentes* leur font souvent défaut quand il s'agit d'être «à l'écoute d'autrui» et «sensible aux valeurs». Nous voyons que ni ces aptitudes ni les comportements attendus du représentant typique d'un style cognitif ne peuvent être regroupés dans un seul quadrant, tout comme le style cognitif de chaque individu ne peut jamais être pur et simple. Tous, individus et groupes sociaux, disposent d'aptitudes dans les quatre styles cognitifs afin de pouvoir compléter des cycles expérientiels, de renforcer un apprentissage et d'intégrer une nouvelle facette à son style cognitif.

Kolb a présenté aussi une compilation des concentrations académiques et des champs professionnels, ordonnée selon les quatre *styles cognitifs*, mais à partir d'enquêtes effectuées par d'autres chercheurs (KOLB, 1984: 123-5, ses *figures 5.2 à 5.4*). Les sciences pures, les sciences naturelles (*ex.*: la foresterie) et la géographie se retrouveraient surtout dans le style *assimilateur* du deuxième quadrant, versé dans les idées, les concepts, les causes et les explications. Autant par ses aptitudes requises pour la «modélisation conceptuelle» et l'«organisation de l'information», que par ses compétences professionnelles envers la représentation des espaces géographiques, le géomaticien correspond bien à ce style cognitif *assimilateur*, réfléchi et abstrait. Aussi du côté des sciences appliquées, il éprouvera aisément de l'intérêt pour l'informatique, ce qui est du même style *convergent* de l'ingénieur. Par contre, l'ingénieur aura beaucoup de peine à s'intéresser à une théorie de la représentation spatiale en géomatique par exemple, puisque cela équivaldrait à rebrousser dans le cycle expérientiel jusque dans le style cognitif antérieur.

C'est ce genre de considérations et de remarques, qui trouvent des applications jusque dans des circonstances précises correspondant aux difficultés ressortant de notre problématique, qui nous a tant intéressé dans cette théorie de l'apprentissage expérientiel. Nous y avons vu une base théorique pour la compréhension par le géomaticien des acteurs sociaux et des enjeux entourant le développement de SIRS. De plus, nous l'avons adoptée comme formule de présentation de ce mémoire, ainsi que pour servir de théorie de référence pour analyser les autres théories étudiées, en vue de constituer une méthode de dialogue expérientiel pour la modélisation, au chapitre 3.

2.2 ANALYSE ET CATÉGORISATION THÉORIQUE DES BESOINS DE MODÉLISATION

Par analogie avec le *cycle expérientiel*, la présentation des parties essentielles de ce mémoire avait débuté à la même phase que la démarche reconnue de développement de système d'information (SI), soit celle de l'*inventaire* des éléments, afin de constituer une base conceptuelle et théorique (surtout à la section précédente 2.1). Nous poursuivons par la phase de l'*analyse* en vue de catégoriser les besoins de modélisation conceptuelle à satisfaire pour tous les acteurs qui participent au développement d'un SI à référence spatiale (SIRS), ou dans notre cas d'un système d'aide à la décision à référence spatiale (SADRS). L'analyse de nombre d'éléments de la problématique présentée au chapitre d'introduction ira de pair avec celle des éléments des théories qui, dans ce mémoire, servent de matériaux de recherche. Cette section du mémoire correspond donc aux aptitudes habituelles en compréhension des acteurs du style *assimilateur*, dans la théorie expérientielle (KOLB, 1984), ce qui va de l'*observation réfléchie* à la *conceptualisation abstraite*. La synthèse du chapitre 3 intégrera ces éléments théoriques complexes mais bien compris en une *méthode* expérientielle de dialogue entre les acteurs. Cela favorisera le développement d'un SIRS intégrant divers types de données, surtout socio-économiques (DSÉ), pour l'aide à la décision.

2.2.1 Les types de besoins pour une modélisation intégratrice

Nous avons dressé une liste des types de besoins auxquels nous avons été confronté, lors de la démarche complète de modélisation conceptuelle des DSÉ effectuée en fonction de l'aide à la décision sur le territoire (tableau 1). Mais comme tels, il ne s'agit pas des besoins organisationnels, opérationnels ou transactionnels du «client» envers les données et traitements, ceux qu'il considérera après l'implantation du SADRS. Il s'agit surtout de sept besoins à satisfaire par tous les acteurs pour parvenir à modéliser et ultérieurement à développer le SADRS. Nous poursuivons donc dans la voie de l'*approche par les besoins* (spécifiée à la section 1.6.2). Chaque type de besoins est identifié à une des trois composantes d'un SI qui nous intéressent (CHEVALLIER, 1993). Ces composantes sont les *ressources humaines* (H) et les acteurs, les *procédures* (P) incluant des processus, des méthodes et des traitements sur les *données* (D), avec leurs méta-données, leurs sources, leur contenu, leurs supports et leur gestion. Les procédures sont requises autant pour la modélisation et l'implantation d'un SI, que pour son utilisation et les traitements spécifiés, comme lors des simulations d'aide à la décision à effectuer avec un SADRS.

Besoins de modélisation		Composantes
Besoins déterminés par les objectifs et les finalités du SADR	H	but des acteurs
Besoins découlant du contexte organisationnel et professionnel	H	rôles des acteurs
Besoins liés aux méthodes de développement du SI de support	P	démarche
Besoins en méthodes d'opération et de gestion	PD	traitements
Besoins en types de données et en sources de données	D	données
Besoins en information et en aide à la décision	P	processus
Besoins en structures de représentation et de simulation	P	théories, méthodes
<p>H = <i>ressources humaines</i> P = <i>procédures</i> D = <i>données</i></p>		

Tableau 1 - Types systémiques de besoins de modélisation

La quatrième composante des SI, les *équipements* de support concret et les logiciels d'application, ne concerne pas notre problématique de recherche. Puisque celle-ci n'a porté que sur l'étape de la modélisation conceptuelle, pour intégrer des DSE aux autres types de données, il semblait évident de respecter le principe fonctionnel établi en géomatique, à savoir que cette modélisation s'effectue indépendamment de la technologie d'implantation envisagée.

C'est volontairement que certains de ces types de besoins peuvent correspondre à nombre des éléments de la théorie systémique, tout en les dépassant. Mentionnons surtout les finalités, les rapports entre les environnements ou contextes externes et internes au système (donc les limites du système), les flux de données, les opérations par et sur les données, et les fonctions de dépôt et de contrôle. Les sept types de besoins, et la douzaine de catégories qui en découleront, illustrent toute la **complexité** du développement d'un SI intégrateur des données. En effet, ces besoins révèlent des lacunes ressenties ou potentielles, des points d'achoppement dans les diverses méthodes, des zones occultées dans l'une ou l'autre des théories retenues parce que pouvant fonder l'action du développeur d'un SI. Nous croyons que ces genres de manquements justifient certaines craintes des acteurs devant la complexité des situations, donc devant celle des

systemes operants de la réalité (physiques, climatiques, ou socio-économiques), ce que le «client» demande de modéliser dans un SIRS. Or ces besoins varient, ou leur importance relative fluctue selon les approches de développement, les caractéristiques des acteurs et leurs principes d'action. Un des principaux acteurs, le développeur de SIRS, doit être très bien outillé pour pratiquer avec méthode son *approche par les besoins*, adaptée pour qu'il sache les identifier. Le même cadre conceptuel, basé sur le dialogue, sera ensuite invocable par d'autres acteurs afin de l'intégrer à leur méthode d'action, comme le décideur stratégique, l'opérateur du SIRS, le responsable d'une réingénierie de l'organisation, ou l'agent devant appliquer les décisions auprès des «bénéficiaires».

Une fois les types de besoins systémiques identifiés en des termes généraux (tableau 1), il fallait analyser la pertinence de diverses théories repérées, puis apprécier si elles comportaient des éléments nous permettant d'aborder certains problèmes de modélisation conceptuelle. Pour ce faire, nous avons procédé à une recatégorisation de ces besoins de modélisation (tableau 2), pour ensuite les ventiler en fonction de neuf théories ou paradigmes (tableau 3), la plupart ayant un caractère systémique, structural ou phénoménologique qu'on associe aux sciences humaines et sociales. Cet exercice nous aura permis de reconnaître quels aspects particuliers de chacune de ces théories semblent le mieux répondre, le cas échéant, à chaque catégorie de besoins caractéristiques pour la modélisation d'un SADR. En fait, ces théories se distinguent entre elles par l'importance qu'on y décèle à l'égard de tel ou tel aspect d'un besoin, et parfois le lien est peu explicite lorsqu'on ne se fie qu'au vocabulaire propre à chacune. De plus, cela nous a permis de constater jusqu'à quel point elles parviennent à se combiner ou à se compléter en une méthode de dialogue. Ces aspects cohérents entre les théories seront détaillés à la sous-section 2.2.3, en regard des besoins caractéristiques pertinents sur lesquels s'appliquent chaque théorie.

Aucune des théories que nous avons étudiées ne recouvre tous les besoins, ni se limite à un seul besoin spécifique, et aucune catégorie de besoins n'est abordée à travers toutes les théories. Dans un esprit d'intégration - mais sans exhaustivité - quelques catégories ont été établies (ou rescindées) et désignées en s'inspirant de termes ou de concepts émanant de quelques-unes de ces théories. Il était donc impossible que les besoins soient conçus et traités de façon identique dans toutes les théories, ne serait-ce qu'à cause des éléments particuliers à chacune ou

de la perspective propre à chaque théorie pour aborder ce besoin, quand elle ne l'ignorait pas tout simplement. Au cours de notre synthèse, il s'est même produit une sorte de rétroaction, à partir de l'étude de ces théories et de leurs concepts jusque dans l'énoncé des catégories de besoins. Du coup, l'ordre de présentation des besoins et des théories a favorisé l'émergence de groupements de concordances considérées en fonction d'une méthode de dialogue, concordances qui sont marquées et pointées au tableau 3 de synthèse. Par conséquent, des corrélations paraissent évidentes parmi les éléments théoriques des trois tableaux ; mais cela a aussi fait resurgir leurs disparités. Avec des références théoriques supplémentaires, on aurait probablement pu distinguer des besoins additionnels à rencontrer, comme les façons de représenter l'espace ou les qualités sémiologiques de l'«interface humain-machine» ou encore, mieux spécifier certains besoins liés aux modes décisionnels en cours de simulation, comme au moment d'opérer un SADRS.

2.2.2 L'analyse et la recatégorisation théorique des besoins de modélisation

Pour la plupart, les besoins systémiques de modélisation (spécifiés au tableau 1) ne se prêtent pas facilement à l'analyse. En procédant à leur recatégorisation théorique, on doit tenir compte du fait que ces besoins sont perçus et exprimés de façons très variables selon les acteurs. La pertinence des divers éléments théoriques repérés ne sera appréciable que s'ils nous permettent d'aborder des problèmes bien identifiables lors de la modélisation conceptuelle. Ils sont regroupés en classes thématiques qui correspondent, surtout, à une approche systémique *par les besoins* qu'adopterait le développeur. D'autre part, au delà des besoins, actuels ou pressentis, d'utilisation de données par le «client», il faut parvenir à des stades achevés de représentation structurée de l'espace (ce qui est fondamental en géomatique) et d'aide à la prise de décision. Ultimement, ce sont les besoins de compréhension mutuelle et d'animation du dialogue par le développeur de SIRS qu'il faut aussi couvrir. Devant la complexité de ce contexte de notre problématique, nous avons procédé à une ventilation des sept besoins systémiques, par subdivision notionnelle et par recoupement, en onze catégories plus fines de besoins spécifiques, redéfinis autour de *notions-clés* (voir au tableau 2). Ces éléments théoriques correspondent bien mieux à des niveaux d'intégration de besoins dans une méthode géomatique de modélisation. La plupart de ces besoins et préoccupations découlent directement de l'une ou l'autre des trois composantes fonctionnelles des SI, énoncées plus haut. Ils se rattachent aux *acteurs* (H), aux *procédures* (P), ou à tout ce qui peut

être compris comme stable ou tangible dans le contexte d'un SI, soit les *données* (D). Mais cela s'avérait insuffisant pour couvrir toutes les notions reliées à la modélisation d'un SI. Il fallut donc rajouter une nouvelle composante de modélisation conceptuelle à ces composantes systémiques de SI : les «idées» ou les *concepts* (C) requis pour développer, utiliser et tirer profit du SIRS. Les besoins ainsi énoncés et caractérisés selon ces composantes paraissent partiellement corrélés, comme c'était le cas des théories entre elles et aussi envers les catégories de besoins. Il n'y a rien d'anormal à cela puisque, par exemple, le processus de *décision* rationnelle est concomitant avec le *rôle* (#3)³⁷ des acteurs, avec leurs rapports dans un même *système social* organisé (CROZIER & FRIEDBERG, 1977), et avec les stratégies *décisionnelles* (#4) qui y sont en vigueur³⁸.

Besoins de modélisation	Composantes
1- La <i>compétence</i> des acteurs et les <i>contraintes</i> à leur conduite	H
2- Les <i>biais</i> personnels, professionnels, organisationnels et culturels des acteurs	H
3- Leurs <i>rôles</i> et leur comportement en <i>contexte</i>	HP
4- Le processus de la prise de <i>décision</i> rationnelle	HP
5- La démarche de <i>développement</i> d'un SIRS ou d'un SADR	P
6- Les <i>thèmes de données</i> , ou la composition des <i>systèmes opérants</i>	PDC
7- Les <i>types</i> et les champs de <i>données</i> , et surtout l'ensemble des DSÉ	D
8- La <i>géo-référence spatiale</i> , pour la structuration géométrique des données	DC
9- Les <i>échelles</i> de perception, d'opération, de représentation (spatiale, sociétale)	DC
10- La <i>complexité</i> des <i>contextes</i> , des situations et des systèmes	C
11- Les tendances à la <i>concentration</i> , à la <i>diffusion</i> ou à la <i>redondance</i>	C

H = *ressources humaines* P = *procédures* D = *données* C = *concepts*

Tableau 2 - Besoins spécifiques de modélisation recatégorisés par *mots-clés*

³⁷ Afin de repérer les catégories de besoins figurant au tableau 2, on spécifiera leur composante ou leur numéro.

³⁸ Se référer par exemple aux modèles de décision de THOMPSON & TUDEN (1959), ou de MINTZBERG *et al.* (1976).

Aussi, qu'on les perçoive négativement ou positivement, les *biais* (#2) professionnels sont à la fois une cause et une conséquence de la formation et du travail des acteurs, donc de leur *compétence* (#1), ainsi que de leurs *rôles* (#3) organisationnels. D'autre part, une *échelle* (#9) des biais des acteurs est concevable : personnels, professionnels, organisationnels, et même culturels ou nationaux, en tant que bases variées de leur appartenance et de leurs intérêts. Cela constitue autant de bruits et de filtres à la *perception* de la réalité et à la communication lors d'un dialogue. Le *rôle* (#3), hiérarchique ou informel, et le comportement des acteurs membres de sous-groupes dans le contexte de leur organisation, a un impact certain sur leur participation à une démarche de *développement* (#5) d'un système d'information. À l'inverse de ces corrélations, il faut distinguer entre les *thèmes* (#6) et les *types* (#7) de données ; un thème est un système identifié et cohérent opérant dans la réalité, composé d'éléments et de fonctions interreliées afin d'atteindre un objectif, alors qu'un *type* de données est un ensemble dont les structures, les formes de support les caractéristiques ou les conditions de *complexité* (#10) sont assimilables, comme pour les DSÉ.

Déjà évoquée (au tableau 1), une autre catégorie de besoins conceptuels concerne les *perceptions* et les *représentations* socio-cognitives de l'espace géographique (#12), incluant le territoire en fonction duquel les acteurs s'informent, décident et agissent. Cet aspect, bien différent de la *référence spatiale* d'un SIRS (#8) pour le support des données, n'a pas été retenu dans cette recherche faute de pouvoir en expliquer la pleine portée théorique, qui semble très large. Néanmoins, nos analyses théoriques y feront référence à la prochaine sous-section 2.2.3 (et au tableau 3), puisque quelques notions touchant à ces besoins cognitifs furent utiles lors du projet tunisien de modélisation, et parce qu'ils s'avèrent très intéressants pour de futures recherches.

Par ailleurs, le modèle de base de la démarche de *développement* (#5) d'un SIRS ou d'un SADRIS s'insère tel quel dans le paradigme du *cycle de vie*, peu importe le nombre d'étapes qui y seraient spécifiées (TARDIEU *et al.*, 1983: 183) pour correspondre aux quatre phases habituelles : inventaire et analyse, conception, réalisation ou implantation, maintenance. De plus, ces étapes de développement sont aussi identifiables à la succession des phases du *cycle expérientiel*, même en incluant les boucles de prototypage - puisque les cycles expérientiels n'ont pas d'échelle temporelle. Quant au processus de la prise de *décision* (à rationalité limitée) de

SIMON (1959), il est spécifiquement considéré par KOLB (1984) parmi les théories l'ayant inspiré pour élaborer son modèle du cycle expérientiel d'apprentissage. Hormis ce processus décisionnel (#4), que nous considérons à titre de catégorie fondamentale de besoins pour la modélisation d'un SADR, nous ne retiendrons aucune autre théorie parmi celles sur lesquelles s'appuya Kolb. L'éclectisme et le degré d'achèvement de sa théorie expérientielle nous semblent suffisamment solides pour les remplacer toutes, à tel point que nous l'adoptons pour soutenir ce mémoire. En complément, nous suggérons aussi d'identifier à des cycles expérientiels certains traits des théories abordées pour mener cette recherche, en particulier la synthèse de l'analyse phénoménologique faite par MUCCHIELLI (1983), quoique l'auteur n'y réfère pas à un cycle.

2.2.3 L'analyse des «théories» face aux besoins de modélisation

Les neuf théories systémiques ou structurales qui suivent dans cette sous-section (et reprises au tableau 3) ont été repérées, étudiées ou réévaluées afin de constituer notre cadre théorique. Nous n'expliquerons pas ni ne redéfinirons tous les éléments constitutifs de chacune, car l'intérêt de cette vulgarisation est plutôt de spécifier dans chacun des cas quels éléments de ces théories, paradigmes, méthodologies et «construits» couvrent, utilisent ou s'appuient sur une catégorie de besoins de notre problématique. Il s'agira de notions, de points de méthodes, d'un certain vocabulaire, de liaisons entre concepts, ou d'analogies entre théories.

- 1 - La théorie de l'apprentissage expérientiel, synthétisée par KOLB (1984).
- 2 - La théorie sociologique de structuration de la complexité, formulée par GIDDENS (1984).
- 3 - La théorie mathématique de la communication, de SHANNON (1949).
- 4 - L'axe théorique de l'information significative et décisionnelle, qui est un «construit».
- 5 - La théorie du *système général*, par BOULDING (1956) et Von BERTALANFFY (1968), puis FORRESTER (1961 [1984]), Le MOIGNE (1977; 1994), et enfin BAILEY (1994).
- 6 - Le paradigme du *cycle de vie* d'un système d'information (TARDIEU *et al.*, 1983), détaillé en particulier dans la méthode *MERISE*.
- 7 - *L'analyse phénoménologique et structurale*, rassemblée par MUCCHIELLI (1983).
- 8 - La psychologie de l'espace (MOLES & ROHMER, 1978), aussi appelée la «proxémique».
- 9 - La méthodologie des systèmes souples [*soft systems*] de CHECKLAND (1981; 1990).

Catégories de besoins		Théories de référence									
		Théorie de l'apprentissage expérimentiel	Théorie de la structuration de la complexité	Théorie mathématique de la communication	Axe théorique de l'information significative	Théorie du système général	Paradigme du cycle de vie	Analyse phénoménologique et structurale	Psychologie de l'espace	Méthodologie des systèmes souples	
1	<i>Compétence des acteurs sous contraintes</i>	D	D	D				D	D	D	
2	<i>Biais professionnels et organisationnels</i>	D	D	D				D	D		
3	<i>Rôles en contexte</i>	D	D				D	D	D	D	
4	<i>Processus rationnel de la prise de décision</i>		D		D			D		D	
5	<i>Démarche de développement d'un SIRS</i>									D	
6	<i>Thèmes de données et systèmes opérants</i>					D				D	
7	<i>Types ou champs de données (surtout les DSÉ)</i>				D						
8	<i>Référence spatiale et géographique</i>								D		
9	<i>Échelles des perceptions et de la représentation</i>					D			D		
10	<i>Complexité des situations et des systèmes</i>	D	D		D	D					
11	<i>Concentration et diffusion, redondance</i>								D		
12	<i>Perception spatiale et représentation cognitive</i>								D		

Intérêt de la théorie envers ce besoin 

Intérêt pour la méthode de dialogue **D**

Tableau 3 - Synthèse de l'analyse des théories en fonction des catégories de besoins de modélisation

Cette dernière méthodologie de systèmes souples ne fut pas prise pour théorie de référence lors de notre recherche d'application. Toutefois, nous la considérerons brièvement pour l'intérêt qu'elle suscite envers la modélisation conceptuelle de données. CHECKLAND (1981; 1990) a élaboré des liens explicites entre la systémique appliquée en sciences sociales, certains processus identifiables à des cycles expérientiels, et la structuration du dialogue entre les acteurs.

Nous allons maintenant décrire en détail les éléments des neuf théories et expliquer comment elles se positionnent envers la douzaine de catégories de besoins découlant de notre problématique (identifiées au tableau 2), leurs concordances étant rapportées au tableau 3 par des cases tramées. L'ordre de présentation des théories a été préparé pour permettre d'élaborer sur certaines notions, qui pourront être réutilisées plus loin ; il y a donc une cohérence d'une théorie à l'autre. Nous notifierons explicitement les recoupements pertinents entre des éléments théoriques permettant de synthétiser une méthode éclectique et cohérente d'intégration, afin d'encadrer le dialogue entre acteurs ; cette méthode sera présentée au chapitre 3.

2.2.3.1 Les besoins des acteurs dans la théorie de l'apprentissage expérientiel

Nous ne reviendrons pas aux explications déjà données (section 2.1) sur la théorie de l'apprentissage expérientiel (KOLB, 1984), dont plusieurs éléments touchent la plupart de nos catégories de besoins. Mais ce n'est qu'en rapport aux trois premiers besoins concernant les acteurs (H) ainsi qu'au besoin face à la *complexité* (#10) qu'on y trouve un appui pour une méthode de dialogue. D'abord, les quatre styles d'apprentissage fondamentaux de la théorie correspondent à une répartition professionnelle des intérêts et des habiletés des acteurs³⁹. Cela a une incidence certaine pour la compréhension de la *compétence* (#1), des *biais* (#2) et des contraintes dans la conduite professionnelle des acteurs. Connaître le style de chaque acteur permet d'établir les «distances cognitives» potentielles dans leurs intérêts, ce qui influence leur capacité de compréhension mutuelle, comme dans le cas du développeur géomaticien avec son «client». Le modèle du *cycle expérientiel* permet de repérer et d'apprécier l'adéquation des rôles

³⁹ Les styles généraux correspondant aux quadrants du *cycle expérientiel*, délimités par les axes des quatre phases (revoir la figure 2), ont été nommés dans l'ordre (sens horaire): *divergent*, *assimilateur*, *convergent*, *adaptateur*.

hiérarchiques (#3) que les acteurs jouent dans leur organisation, par exemple envers l'évolution de leur style cognitif et de leur carrière. Ainsi, on comprendra si leur spécialisation est adaptée aux responsabilités de direction, de planification, de décision, d'action, d'appréciation ou de contrôle qu'on leur impute, et à quel point cela influencera leur participation à la modélisation puis à l'utilisation du SADR. La théorie expérientielle permet aux acteurs qui s'y réfèrent d'aborder la *complexité* (#10) des situations où ils sont engagés et de leur action dans ce contexte. Cette théorie éclectique produit un modèle lui-même complexe, mais par lequel on peut présenter une variété de rapports entre acteurs, qui ne trouvent pas facilement de justifications autrement.

À propos des besoins liés aux *processus* (#4 et #5), la théorie n'avance rien de spécifique envers une méthode expérientielle de dialogue. Toutefois, nous voyons bien qu'une démarche de développement basée sur le dialogue constituerait elle-même un *cycle expérientiel*, ou plutôt des paires de cycles dans lesquels seraient engagés chacun des acteurs, qui s'accompagnent dans une suite logique de stades récurrents. Cette suite de stades serait analogue aux étapes et aux boucles de rétro-action d'une démarche de développement d'un SI. Ainsi, les acteurs combineront leur style cognitif en dualité, alternant l'un face à l'autre selon les deux axes (revoir la figure 2) entre les tendances à la *concentration* et la *diffusion* (#11), qui sont des concepts fondamentaux quoique implicites du modèle expérientiel. Ce modèle du *cycle expérientiel*, une fois compris par les acteurs, servira de plate-forme éclairante tout au long de leur dialogue, permettant même d'apprécier les progrès accomplis en commun au cours de leur démarche de modélisation.

Les résultats d'applications réalisées ou rapportées par KOLB (1984) lui ont permis de situer l'intérêt de groupes d'acteurs, entre autres pour l'ensemble des scientifiques qu'on relie à la géographie, dans et autour du style *assimilateur* de son modèle théorique. Dans leur cas, il s'agit de décrire le territoire à l'aide de *références* ou à de *représentations* spatiales (#8, #12), cherchant des structures et concepts pour la modélisation de l'espace. Cela signifie qu'un géographe, et d'autant plus un géomaticien développeur de SIRS, part d'une *observation réfléchie* pour parvenir à la *compréhension* d'une problématique de représentation spatiale, par une synthèse de principes, de méthodes ou de concepts applicables sur le territoire, ce qui prépare le terrain pour son *expérimentation active*, soit la modélisation physique et la cueillette des données.

Le *champ des données socio-économiques* (DSÉ, #7) est pour ainsi dire spécifique aux orientations professionnelles *divergentes*, style de ceux et celles qui travaillent avec les gens et les écoutent, qui recueillent des données sur eux en sachant bien les analyser et y réagir (voir la figure 4). Cette constatation permet de faire une distinction supplémentaire entre les *types* de données, comme les DSÉ, et les *thèmes* des données : on ne peut pas replacer directement les types de données géo-physiques et bio-climatiques par exemple, dans le modèle de KOLB (1984), car leurs caractéristiques ne font pas l'objet d'un apprentissage selon des habiletés particulières. En revanche, les thèmes de systèmes opérants relèvent souvent de sciences ou de professions assez spécifiques, dont le style autorise une approche particulière, adaptée à leur objet d'intérêt.

2.2.3.2 La théorie sociologique de la structuration de la complexité

Plusieurs géographes ont adopté la théorie de la structuration pour encadrer leurs travaux de recherche sociale⁴⁰. Ils tirent d'emblée avantage de son caractère fondamentalement éclectique et interdisciplinaire (KELLERMAN, 1989: 101), car elle intègre d'autres démarches théoriques : structurale, critique sociale, systémique et phénoménologique. Le sociologue britannique Anthony Giddens présente les dix principaux concepts de sa théorie comme de simples idées de base. Ces «facettes» (GIDDENS, 1984; *traduction française*: [1987: 343-6]) seraient ce qui influence le plus les problèmes de recherche empirique soulevés en sciences sociales, en considération de l'espace et du temps. Or c'est exactement ce qui nous préoccupe pour l'intégration des DSÉ dans un SADR. En ce qui nous concerne, cette théorie de recherche structurale (*Idem*: 5) :

- distingue entre une **structure** sociale et un **système** d'action, et relie les pratiques sociales à ces structures en dépassant l'habituelle conception structuro-fonctionnaliste des systèmes;
- repose sur des rapports complexes de **dualité** entre les éléments composant une structure;
- admet explicitement le rôle social de l'espace, en tant qu'**axe** de structuration;
- permet d'étudier la configuration spatio-temporelle des structures socio-économiques.

⁴⁰ Voir note 23; en corollaire, Giddens s'est aussi inspiré de travaux de géographes, comme le suédois T.Hägerstrand.

Cette théorie structurelle a le grand avantage de toucher à toutes nos catégories de besoins, sauf la *démarche* de développement de SIRS (#5). On y redéfinit un «système» social *opérant* (#6) par rapport à une «structure» sous-jacente, laquelle est un ensemble cohérent d'interactions, de relations et de systèmes fonctionnels (*Idem*: 367). Les systèmes sociaux sont des manifestations observables mais c'est la structure sociale du milieu où ils sont vécus qui leur impose une signification, des contraintes et des règles d'opération communes. Ces systèmes sont donc autant d'occurrences partielles d'une même structure, mais poursuivant des fins diverses et produisant des situations différentes, qu'on ne peut réussir à identifier sans d'abord comprendre la structure. C'est de cette théorie que vient l'expression *système opérant*, au sens de «système organisationnel opératoire»⁴¹ représentant une situation et couvrant un *thème* de données.

Par l'expression «dualité du structurel», l'auteur entend des rapports réflexifs et intrinsèques entre des couples de notions qui supportent certains aspects qu'on juge fondamentaux pour expliquer et représenter une structure d'action. Chaque couple de notions précise des tendances caractéristiques structurant une situation sociale, autrement dit ils constituent autant de modalités de la structure. Les notions formant une dualité sont auto-définis pour bonne part, une notion n'allant pas sans l'autre, et elles entretiennent ensemble des relations dynamiques qualifiées de dialectiques, complémentaires, compensatoires, etc. Le chercheur peut spécifier lui-même les quelques dualités utiles pour analyser des modalités d'une structure d'action. GIDDENS [1987] en présente plusieurs, mais nous retenons les principales ayant rapport à nos catégories de besoins de modélisation : dualité du système et de la structure, dualité de l'axe sociétal et de l'axe spatio-temporel, dualité du contexte et de la composition des phénomènes sociaux, dualité de la signification et de la communication. Mentionnons aussi les principes duels de la perception (*appréhension* et *compréhension*) et de la transformation (*intension* et *extension*) que nous avons vues avec la théorie de l'apprentissage expérientiel (sous-section 2.1.3), les concepts spatiaux de la centralité avec l'étendue, ainsi que des tendances à la concentration envers la diffusion.

⁴¹ Cette signification large, à la fois structurelle et phénoménologique, n'a pas le sens de système d'information (SI) ni de système informatique implanté et opérationnel. D'autre part, la méthode systémique *MERISE* pour le développement de SI appelle «système opérant» un système des fonctions montrant le comportement de l'organisation (TARDIEU *et al.*, 1983: 54-6), ce qui est cohérent avec notre acception, quoique réducteur car limité à l'organisation.

Dans les limites des systèmes d'action et des structures sociales où ils vivent, les acteurs entretiennent entre eux des rapports complexes de dualité. Cette *complexité* (#10) s'étudie par la voie des dialectiques existantes et repérables dans les situations vécues par les acteurs, lesquels en ont une connaissance pratique (on dira même compétente), ainsi que des conditions et des conséquences de leurs conduites ; c'est cette connaissance qui leur fera attribuer une signification aux situations complexes. Pour parvenir à la découvrir de l'extérieur, le chercheur devra mener une «étude de la dualité [structurelle, qui] demande toujours d'examiner les axes de structuration» (*Idem*: 367-8]). Un **axe** est un spectre continu représentant une **dimension** d'étude⁴², sur laquelle sont échelonnées des caractéristiques contextuelles ou de composition, plutôt que des valeurs. Ces *échelles* (#9) conceptuelles vont d'un équivalent micro-élémentaire à un autre macro-ensembliste. Une échelle spatiale⁴³ part donc du corps biologique pour aller, par delà l'espace architectural, aux échelles géographiques et jusqu'à l'espace astronomique. Selon l'analyse phénoménologique, une échelle sociétale peut aller de l'individuel et du psychologique (micro), à l'organisationnel (méso) et à l'ethno-culturel et à l'anthropologique (macro)⁴⁴. Cette théorie de la structuration permet d'étudier simultanément deux, trois dimensions ou plus, selon des échelles adaptées entre elles, qui permettent de circonscrire une recherche ou un **dialogue**, selon qu'on regroupe ou qu'on rescinde en perspectives plus fines les dimensions fondamentales de l'analyse structurelle, soit :

- l'axe **sociétal** ; ou les axes social et économique, ou économique vs politique, ou institutionnel vs culturel, ou éducationnel vs technologique, etc. ;
- l'axe **spatio-temporel** ; ou les axes spatial vs temporel, ou géométrique vs géographique.

On voit clairement que les *thèmes* de données du *type* des DSÉ (#6, #7) sont privilégiés par l'axe sociétal de cette théorie structurelle, par rapport aux contraintes biologiques ou organisationnelles des acteurs. En fait, l'axe socio-économique est placé en dualité avec le *champ de référence à l'espace géo-physique* (#7, #8). La définition et la fonction de chaque *thème* de DSÉ doivent correspondre à un certain degré de fermeture des quelques *systèmes opérants* qui

⁴² Bien qu'on puisse les représenter ainsi, les dimensions ne sont pas conçues comme étant des axes orthonormés.

⁴³ Voir à la sous-section 2.2.3.8 pour plus de détails sur les «coquilles» spatiales de MOLES & ROHMER (1978: 102).

⁴⁴ Voir aussi MUCCHIELLI (1983: 128-9); concernant les ordres de grandeur micro, méso et macro, voir la note 59.

sont cohérents entre eux dans les sous-champs rescindés des DSÉ ; par exemple, les systèmes de cadastre, de tenure et d'entreprise correspondent au champ légal d'une exploitation rurale, alors que les systèmes de faire-valoir, de pratiques culturelles et de marché relèvent plutôt de son champ économique. On peut positionner en dualité les acteurs (ou les thèmes), le long des *échelles* (#9) qu'on applique sur les axes de structuration. On peut préparer des échelles d'analyse, de représentation, ou d'opération de chaque *système opérant* qu'on veut décrire, et même les considérer comme des échelles de contraintes. KELLERMAN (1989) exploite bien ces axes dans ses analyses spatio-temporelles (géographiques) de perceptions idéologiques ou culturelles de grands groupes d'acteurs, illustrant les rapports de compensation entre la *concentration* et la *diffusion* (#11), en dualité le long des échelles de contexte et de composition sur certains axes.

L'espace est beaucoup plus qu'une simple ressource contextuelle, plus qu'un contenant objectif ou qu'un canevas pour supporter des activités sociales et des conduites individuelles, ce qu'on désignerait alors d'espace strictement «effectif» (KELLERMAN, 1989: 48-9). L'espace constitue la substance des rapports entre acteurs dans la dimension sociétale - autrement dit la dimension des situations sociales - faite de ressources et de facteurs fonctionnels qui seront eux-mêmes transformés par les dynamiques sociales. L'espace reste à la fois un *contexte* pour d'autres formes spatiales et d'autres dimensions, dont on ne peut le séparer, et une *composition* d'objets et de dynamiques qui sont perceptibles à l'analyse. Cette dualité fait de l'espace une modalité des situations sociales, comme par exemple lorsqu'on parle de l'espace d'action⁴⁵.

C'est la *co-présence* des acteurs dans un même contexte (spatial, temporel, social, culturel, etc.) qui leur permet de varier leurs modes de communication (GIDDENS [1987: 344]). C'est aussi elle qui les entraîne à identifier et à définir leur espace mutuel d'action et d'interaction, en fonction des significations qu'ils échangent. Ce sont les limitations physiques, bio-psychologiques et socio-économiques, plus que les significations des situations, qui contraignent tous les comportements humains dans l'espace sociétal. Par conséquent, les relations sociales et spatiales des acteurs co-présents déterminent la composition et les limites des objets et des lieux formant leur espace de contrainte qui, sans cet intérêt mutuel, demeurerait neutre et flou, donc insignifiant.

⁴⁵ L'espace d'action est celui dont on reçoit de l'information et sur lequel on peut agir (MOLES & ROHMER, 1978: 8).

Une autre thématique centrale de la théorie structurelle porte sur la *compétence* (#1). Développée autour de la notion de co-présence, cette compétence est entre autres «discursive», c'est-à-dire que tout acteur concerné est compétent pour décrire, expliquer, justifier et rationaliser les gestes qu'il a posé ou les contraintes des situations sociales dans lesquelles il vit, relativement aux *rôles* (#3) qu'il y remplit. D'autre part, le *rôle* de chaque acteur compétent est constitué de marques normalisées d'identité sociale, dont la pratique s'accompagne de droits, d'obligations, de sanctions, de prérogatives, d'habiletés reconnues, etc.; autant d'éléments du contexte de l'action des acteurs et de leur interaction, et donc de leurs *biais* (#2). Les relations concomitantes entre acteurs sont conditionnées et régies par le respect mutuel des rôles attendus et de leur perpétuation. Bien sûr, ce respect tient compte des conditions de jeux de pouvoir : répartition des ressources, modalités du contrôle social, partage et circulation de l'information, capacité d'influencer les circonstances de décision et d'action des autres acteurs.

Il n'existe aucun mécanisme d'organisation ou de reproduction sociale, aucune description structurée et efficace d'une situation, aucune méthode d'intervention ni aucun changement social qu'un «décideur» puisse établir ou identifier mieux que des acteurs «ordinaires» concernés. Ceux-ci parviennent à les découvrir, à les connaître et s'il le faut à les incorporer de façon active dans ce qu'ils font déjà. Les «trouvailles d'experts» d'un développeur ne sont pas si nouvelles ni surprenantes pour les acteurs compétents. En effet, ils se trouvent déjà dans des contextes d'activité connus et ils ont des *motivations* intériorisées pour agir (*Idem*: 352-4), pour établir leurs préférences et pour prendre des *décisions* (*Idem*: 372-5). Même les *biais* et les *représentations spatiales* (#2, #12) appariées à leur *rôle* d'acteurs reposent généralement sur une base solide, quoique inexprimée ou résultant d'une rationalisation limitée (*Idem*: 346). Il en est de même pour leurs objections et leurs déviations face aux recommandations «objectives» ou «rationnelles» venant d'experts extérieurs à leur contexte. Cela pourrait expliquer la résistance au changement, sur une base congruente d'ailleurs avec ce qu'avance la théorie systémique : la résistance est une combinaison stable de contrôles, de rétro-action et d'auto-régulation par les éléments d'un système (les acteurs) pour le maintien et la poursuite des buts de ce système opérant déjà avec succès.

Les caractéristiques structurelles des agissements des acteurs permettent de distinguer leurs *biais* (#2) professionnels relevant d'une logique situationnelle dans l'organisation, par rapport à leurs biais personnels révélant leur logique autonome. Les biais sont des contraintes structurelles

limitant la raison des conduites de chacun. Bien sûr, les gestes posés dans certaines situations, même habituelles, ont souvent des conséquences indésirées, car les acteurs ont une connaissance limitée du contexte de leurs actions et ils disposent rarement de toute l'information sur leur espace d'action pour dissiper l'incertitude. Toutefois cela ne devrait pas entacher, pour l'observateur, la *rationalité* de leurs décisions (#4) et de leurs actions dans le cadre des *rôles sociaux* (#3) et de la *complexité* (#10) des contraintes incontrôlées par l'acteur. Sans y faire de référence explicite, cela éclaire la notion de «rationalité limitée» dans la théorie de la décision de SIMON (1959).

Toutes les notions synthétisées ici à partir des dix facettes de la théorie intéresseront le développeur de système d'information à référence spatiale (SIRS) pour le guider dans ses échanges avec le «client» lors d'une démarche de modélisation. Ces facettes ne sont pas énumérées ni détaillées ici car, sauf à propos de la complexité et de ce qui concerne directement les besoins des acteurs, elles ne sont pas porteuses d'une méthode de dialogue.

2.2.3.3 La théorie mathématique de la communication

La théorie mathématique et statistique de la communication et de l'information, par l'ingénieur américain Claude E. Shannon, recoupe la moitié de nos catégories de besoins, à l'exclusion des *processus* ainsi que des *thèmes* et *champs* de données. Elle ne concerne pas les besoins liés à la *représentation spatiale* (*référence, échelle, perception*), sauf en tant que filtres lors de la transmission d'un message. Ses vingt-trois théorèmes trouvent bien peu d'applications directes dans une méthode de dialogue. Pourtant, ce fameux cadre notionnel fournit des concepts explicatifs très riches et permet des références intuitives qui n'y étaient pas inscrites à l'origine. Désormais, la plupart des modèles d'information, de communication directionnelle et de circulation des données sont fondés sur elle, autant en sciences appliquées qu'en sciences sociales. Conçue pour l'étude de la capacité de transmission d'un signal électrique, cette théorie probabiliste repose sur le calcul de la quantité d'unités d'information apparaissant dans un signal, ou «néguentropie». La théorie établit qu'une source d'information procède au codage d'un *message* et l'émet à travers un *canal*, sous la forme d'un *signal* qu'un destinataire *capte* (ou perçoit) puis *décode* pour le comprendre (SHANNON, 1949; 68-9). Cela opère malgré la *redondance* (#11), le bruit sur le canal et les filtres existant aux phases de la transmission - des formes d'entropie.

Le canal peut être un document linéaire et synchronique, comme un texte, ou encore un document cartographique et synoptique (ce qui est une acception souvent contestée, cependant). On considère l'émetteur-codeur et le récepteur-décodeur comme des acteurs au rôle complémentaire (#3), sinon interchangeable. Leur communication mutuelle est conditionnée par la *compétence* (#1) de chacun à reconnaître un même code, cohérent avec le contexte qu'ils partagent, et à agir dans les limites d'un système de contraintes et de filtres qui opèrent sur le message entre eux.

Or, une dégradation entropique s'exerce nécessairement sur ce système, sur le canal surtout, mais aussi parmi les autres composantes du modèle d'information. Elle provoque divers bruits dans la communication, réduisant d'autant la quantité d'éléments d'information transmis, appelés des *bits*. Le bruit équivaut à une incertitude par rapport à un événement de transmission d'information entre l'émetteur et le récepteur (SHANNON [1975: 92]); cet événement est dit «conjoint», car il nécessite une co-présence des acteurs avec le canal, mais pas nécessairement entre eux autour du canal, ou au même moment. Le bruit se déduit de la capacité du canal, cadre qui est une contrainte absolue au débit de la transmission d'un signal entre eux ; ainsi, le calcul de l'entropie constitue une mesure de la probabilité d'incertitude dans l'information transmise. À cause du bruit, on postule que le message reçu est toujours moins complet que ce que l'émetteur a envoyé (*Idem*: 109). D'où la nécessité de recourir à des répétitions, des confirmations et des recoupements, bref à réintroduire de la *redondance* (#11) tout en densifiant l'information pour réduire l'incertitude ; noter qu'en théorie de l'apprentissage, on voit la redondance comme un moyen positif de renforcement de la mémoire, des habiletés acquises et de la compréhension.

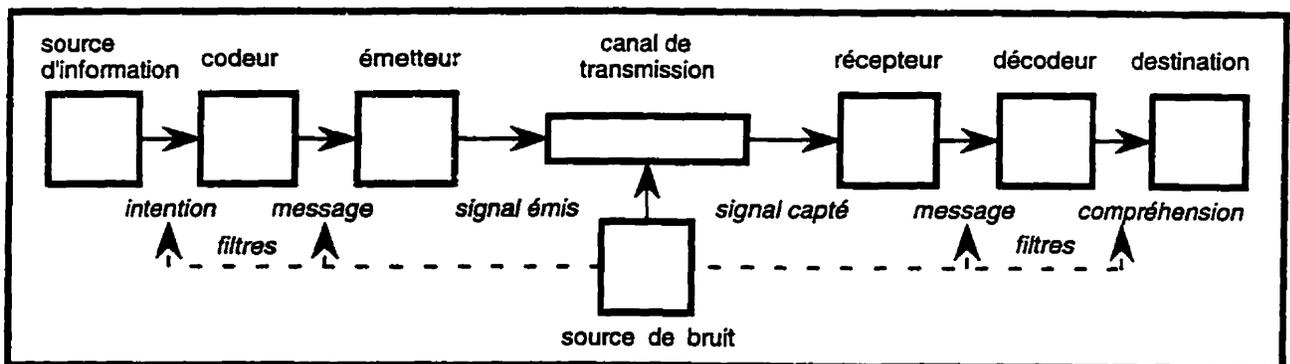


Figure 5 - Le schéma d'un système général de communication, mettant en évidence la notion de bruit
D'après la figure 1 de SHANNON (1949)

En définitive, ce que SHANNON (1949) a établi, c'est une théorie traitant des problèmes dus au bruit qu'on veut identifier ou contrôler, pour réduire l'incertitude et reconstituer le maximum d'informations contenues dans le message. Les sortes de bruits sont nombreuses : distorsion, insuffisance de support du canal, forte densité et friction, limitations du code et des opérations du codage et du décodage, redondance et insistance superflues, délais de transmission, filtres et non-concordance entre les fenêtres d'émission et de captage (registres, bandes, etc.).

La théorie considère les langages naturels écrits en tant que séquences discrètes de symboles choisis parmi un ensemble fini, l'alphabet (*Idem*: 76), mais cela ne dit pas comment mener un dialogue. On n'y traite aucunement de la signification du message ni de la valeur de l'information transmise, mais seulement de *bits* de données, plus ou moins probables. Pour cela, y compris en cartographie, la référence directe à cette théorie mathématique a souvent été contestée, quoique d'autre part ses liens avec la théorie systémique soient tenus pour évidents et féconds, dans tous les genres de *systèmes opérants* (de FORRESTER, 1961, à BAILEY, 1994).

Néanmoins, avec ces notions, un développeur pourra repérer les fonctions communicationnelles des acteurs dialoguant lors de la modélisation, évaluer la fidélité et le débit (ou la densité) des messages échangés, ainsi que veiller à contrer les bruits, c'est-à-dire à comprendre les effets de *biais* des acteurs (#2). Comme pour le décideur qui requiert de l'information pour réduire son incertitude devant une situation problématique, le développeur doit aussi parvenir à réduire l'incertitude, laquelle résulte d'une forme d'entropie lors du dialogue entre des acteurs *compétents* mais différents (#1), y compris lui-même. Ce sont ces *biais* professionnels et organisationnels, leurs filtres mentaux ou culturels, leurs attitudes et habiletés peu développées pour la communication ou inadaptées pour la perception spatiale, qui produisent le bruit dans leur dialogue, allant même jusqu'à saturer la capacité des canaux entre eux. Ainsi, le développeur détiendra des indications pertinentes pour ensuite réduire autant que possible l'incertitude quant aux données et à leur valeur, dans le SIRS vu comme un canal. On gagnerait à aborder en ces termes conceptuels la question de l'élimination et de la réintroduction de la *redondance* des données (#11), plutôt qu'en fonction des capacités de stockage des bases de données numériques.

On peut extraire de l'information d'une carte géographique par des mesures ou des relations topologiques entre les données qui s'y trouvent, alors quelles n'y avaient pas été spécifiées par le cartographe, émetteur de données géo-référencées. Cela est dû à l'information contenue par les méta-données, ainsi qu'à la caractéristique «panoptique» de la carte, lorsque toute sa capacité graphique est occupée avec la même profondeur de définition (BRUNET, 1986). Cette capacité du canal cartographique est fonction de l'*échelle* (#9) des représentations que l'émetteur-codeur y place, envers les entités et leurs relations - mais pas de leur échelle géographique.

Lorsque le modèle émetteur-récepteur est bidirectionnel, les acteurs alternent, ce qui constitue alors un modèle intégré de dialogue. Mais lorsqu'un récepteur réémet sans décoder le message perçu, on peut au besoin identifier cet acteur à un canal complexe, ou le voir comme un point de contact entre deux canaux, où le message est reproduit de l'un sur l'autre. C'est le cas de tout document, ainsi que d'un semi-document diachronique (ESCARPIT, 1976: 137, 204) comme une base de données maintenue à jour. La carte géographique, sur papier ou affichée à l'écran d'ordinateur, constitue un tel réémetteur⁴⁶ qui peut bien servir de support au dialogue des acteurs. Donc, la représentation cartographique devient à la fois un code, un canal et un référentiel spatial, commun au canal visuel des deux acteurs. Mais toute *perception* (#12) ou reproduction du message sont elles-mêmes la source de nouveaux bruits : une carte trop dense ou de faible qualité risque d'être mal décodée et d'induire en erreur (MONMONNIER, 1995).

Finalement, c'est par analogie que certaines catégories de nos besoins de modélisation seront considérées en s'appuyant sur la théorie de l'information. La *complexité* des situations (#10) n'y transparait que par la difficulté, devant une situation quelconque, d'appréhender la probabilité de nouvelle occurrence d'une donnée. Quant aux méta-données de *référence*, et surtout l'*échelle* (spatiale ou non), on ne peut les traiter qu'à titre de paramètres d'une sorte de registre de la capacité de cadrage ou de correspondance du canal de communication. Autrement dit, on doit adapter la fenêtre de concordance entre le message préparé par l'émetteur et le genre d'intérêt en information qu'a le récepteur, celui qui consulte une image cartographique, dans son cadre et

⁴⁶ Cela fut repris comme partie théorique d'un paradigme de la communication d'un SIRS (BÉDARD, 1986).

avec sa sémiologie. Néanmoins, ces analogies autant que certains éléments techniques de la théorie, comme le traitement d'erreur, seront précieux à toutes les phases de développement d'un SIRS, lors de la modélisation conceptuelle, logique et physique, ainsi qu'en cours de prototypage.

2.2.3.4 L'axe théorique de l'information significative

L'axe théorique de l'information significative et décisionnelle est un «construit» qui résulte d'une jonction de paradigmes fusionnant le *processus* de décision rationnelle de SIMON (1959)⁴⁷ avec la boucle de rétroaction systémique de FORRESTER (1961)⁴⁸. Ensuite, on s'appuie sur des éléments de définition provenant de la théorie de l'information, par SHANNON (1949), tout en cherchant à dépasser une de ses limitations concernant la signification contenue dans le message transmis. Enfin, on obtient une séquence progressive de concepts formant un processus d'élaboration du degré de signification qui est attachée aux transmissions informationnelles entre des acteurs. Ce processus va de la cueillette des données jusqu'à la formation de la connaissance et à la rétention en mémoire, puis de là vers la prise de décision rationnelle (#4). Dans la théorie expérientielle de KOLB (1984), cet axe de concepts correspond à une suite d'attitudes et d'habiletés dont la trace se déploierait parallèlement le long de l'axe de la perception (voir aux figures 1b et 2). Partant de ces sources théoriques, nous sommes parvenu à distinguer entre :

- la base informative des *données*, soit l'enregistrement d'*unités* d'observation statique ;
- les *renseignements* lorsqu'il s'agit de la mise en **contexte** de deux ou plusieurs données ;
- une *information* déjà **intentionnée**⁴⁹ pour un récepteur renseigné, apparaissant au moment opportun comme une nouveauté ou un changement dynamique parmi les données ; et
- la *connaissance* d'une situation **complexe**, permettant d'en mémoriser une synthèse structurée, de la représenter et de l'invoquer pour l'appréciation de situations nouvelles.

⁴⁷ Ce cycle va ainsi: identification d'un problème ou *diagnostic* [*intelligence*], analyse et élaboration d'options [*design*], choix d'une solution [*choice*] satisfaisante plutôt qu'optimale, et enfin mise en œuvre [*implementation*].

⁴⁸ La séquence causale bien connue: Information → Décision → Action (cf.: De COURCY, 1989: 105, 116).

⁴⁹ Il ne faut pas confondre l'**intention** d'un acteur, qui est l'expression volontaire de la pensée par laquelle on motive un acte, un usage ou un but, avec l'*intension* d'une signification, qui est le concept (idée, sens) précisé ou construit par rapport à un objet de référence, son *extension* (OGDEN & RICHARDS, 1932); voir aussi KOLB (1984: 51, note 4).

En français, il s'agit là de notions qui présentent une suite nettement croissante vers la *complexité* (#10) cognitive, passant par la catégorisation puis la formulation abstraite de relations, jusqu'à la *conceptualisation* et donc l'acquisition de connaissances⁵⁰ (MUCCHIELLI, 1983: 311). Le mot «information» est omniprésent dans le domaine des SIRS, utilisé indifféremment pour «renseignement» - et même parfois pour «donnée» - ce qui entraîne une ambiguïté perpétuée par l'appellation de son outil informatique principal : le «système d'information» (SI). Pour cause, car cette distinction entre «renseignement» et «information» semble impossible en anglais.

Les **données** sont des occurrences porteuses de valeurs qui n'ont pas de signification en soi ; ce sont des représentations techniques de réalités formalisées, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas vraiment «données» par la nature, même si elles sont spatiales. Une donnée est un élément de *perception*, une observation momentanée qu'il faut remettre à jour, identifiée puis fixée sur un support qui peut prendre des formes variées selon la définition de l'objet observé et la précision de la mesure (CHESNAIS, 1995: 21). Il faut qu'un groupe de données soit mis en contexte, qu'on les spécifie par des définitions et des méta-données, qu'on traite par recoupement ou par calcul, qu'on en tire des **renseignements** pour dégager une signification. Un renseignement est déterminé par des codes et des normes de référence qui autorisent une représentation mentale d'un objet, d'un lieu ou d'une situation, et la capacité de la communiquer (*Idem*: 27); réenregistré en tant que résultat après un recoupement ou un traitement, il redevient alors une donnée parmi d'autres.

Une **information** est une interprétation signifiante par laquelle on filtre des renseignements, apparaissant comme étant nouveaux à cause de leur faible probabilité d'occurrence, par rapport à la masse de ce que l'on sait déjà. Cette interprétation est déterminée par les composantes de temporalité et de complexité des différents états d'une action, d'un événement, d'une situation ou d'une relation entre des acteurs, toujours d'après le contexte fourni par d'autres éléments de signification (MUCCHIELLI, 1983: 58). Comme résultat dynamique d'une perception, une

⁵⁰ Le mot «connaissance», comme sa traduction anglaise [*knowledge*], dérive des verbes latin *cognoscere* et grec γινῶναι, qui signifient : «savoir, avoir présent à l'esprit, être capable de former l'idée et l'image de quelque chose»; le préfixe *co-* y exprime le rapport intelligent entre le sujet et un objet, ce qui donne l'adjectif «cognitif» à partir du substantif grec γινῶσις ; ce qui est cognitif est donc bien plus qu'un processus mental, tel que la mémoire.

information est une discontinuité, une représentation cognitive auparavant manquante mais attendue, ou encore une différence parmi des renseignements qui contredit la connaissance qu'on possède déjà d'une situation. Une information entraîne nécessairement une explication, une rationalisation, une résolution, une décision ou une action. Un décideur peut analyser des données et trouver une signification à des renseignements, mais cela peut n'en avoir aucune pour un autre décideur, en situation semblable pourtant. La signification d'une information est forcément variable et subjective, car elle dépend de l'*intention* qu'a l'acteur informé pour obtenir ou pour utiliser telle donnée transformée, tel renseignement objectif, à un moment qu'il juge opportun.

Enfin, la **connaissance** est un vaste ensemble de représentations cognitives stabilisées, mais vraiment pas statiques. Elle est la concentration d'un grand nombre d'informations structurées par le cerveau d'un acteur, au gré de son expérience ; elle constitue une des bases de sa réalité mentale, y référant pour comparer ses *perceptions* (#12) et comprendre une situation, avant d'agir.

L'information, qui n'est pas moins qu'un artefact de représentation nouvelle (CHESNAIS, 1995: 45), recompose et «met en forme» continuellement quelques éléments vétustes de la connaissance, qui devient ensuite le contexte évolutif par lequel l'acteur sélectionne chaque nouveau renseignement. La redondance de données ou de renseignements produit un renforcement et une remise à jour de cette connaissance particulière, sinon elle se fige en mémoire par son inactivité. Cet axe théorique de l'information significative correspond à une *concentration* suivant l'axe de la perception du modèle expérientiel (voir la figure 6), et cela ressort bien des résultats expérimentaux de KOLB (1984). Puis dans le sens inverse, en *diffusion* le long de ce même axe, le décideur utilise l'information stratégique qu'il reçoit en la comparant avec l'état antérieur de ses propres connaissances en mémoire. Il réduit ainsi le champ des possibilités, atteignant une plus grande efficacité dans la prise de **décisions** pertinentes pour entreprendre une action sur la situation qui est décrite par les données. Alors, le processus de *décision* (#4) consiste soit à la modélisation de la solution à un problème dont on est informé (il s'agit alors d'une activité cognitive), soit à l'application d'une solution déjà préparée lorsqu'on reçoit l'information opportune que les conditions favorables sont réunies sur le terrain. Les conséquences de l'action décidée pourront ensuite être recueillies et retraduites en données pour «réévaluer cette action concrète».

L'axe théorique de l'information significative n'est pas un cycle d'apprentissage, même s'il en est inspiré et qu'il reprend adéquatement la séquence de certaines aptitudes ou habiletés, dans le sens horaire (voir les figures 4 et 6). L'acteur de style *adaptateur* est activement disposé pour «cueillir des données» brutes, puis pour «mesurer et évaluer les situations» en retour de cycle. Pour sa part, l'acteur *divergent* est habile à l'écoute et au dialogue pour «obtenir des renseignements» en tous genres et, s'il y réfléchit, pour «identifier et définir des problèmes» ; mais il a tendance à sauter vite aux conclusions, sans analyse. Par contre, le type *assimilateur* voudra poser des questions, diversifier les sources de données, faire des recoupements, et tendra à l'exhaustivité pour «organiser l'information» et justifier une synthèse solide, comme «élaborer des modèles» de connaissance. Celle-ci consistera en une simple mémoire, ou générera des représentations communicables pouvant soutenir des décisions. Quant à l'acteur *convergent*, il exploitera cette connaissance de plusieurs façons, en revenant sur l'axe d'information pour : «élaborer des plans», «tester des théories et hypothèses», «détecter les opportunités», et enfin «prendre des décisions».

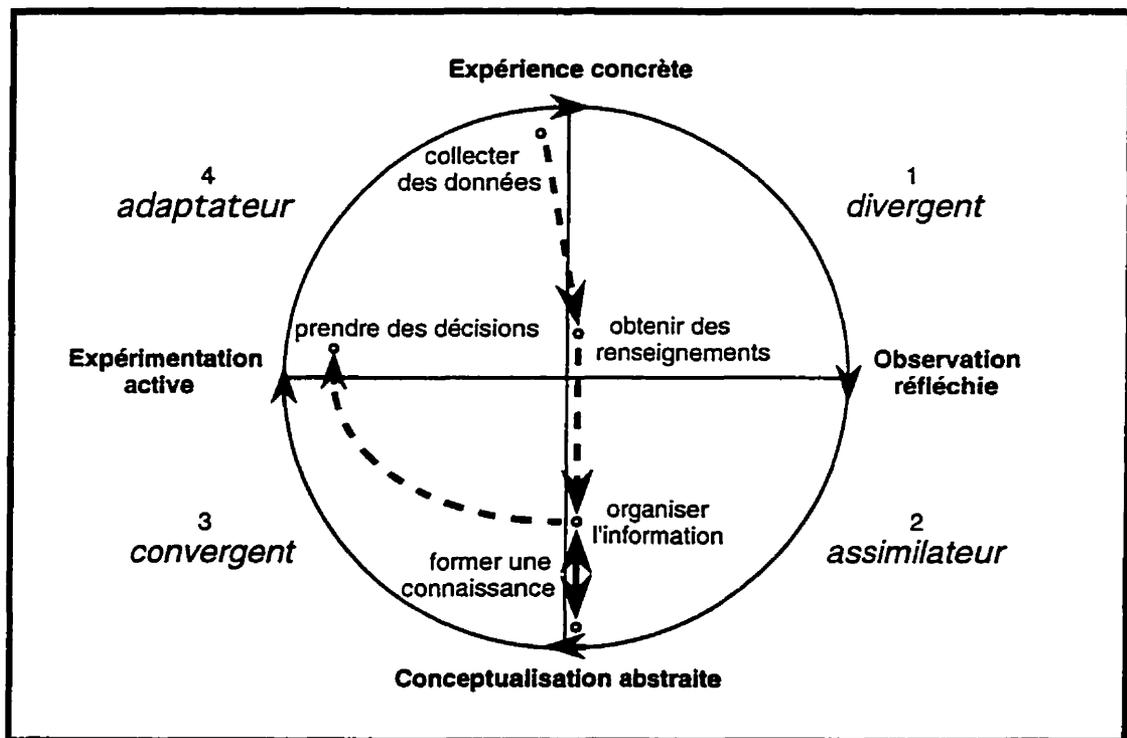


Figure 6 - L'axe de l'information significative placé dans le modèle d'apprentissage expérientiel en fonction d'habiletés situées le long de l'axe vertical qui va de l'appréhension concrète à la compréhension abstraite, puis retour de cycle expérientiel vers le site de la prise de décision

Partiellement inspirée d'après les activités identifiées par KOLB (1984)

Les perceptions et les représentations de chaque acteur sont influencées par la position, par rapport à cet axe théorique de l'information significative, de ses compétences expérientielles à s'informer. Ainsi, l'intérêt d'un acteur envers l'information pertinente dans son *rôle* (#3), le genre de connaissances qu'il valorise et le degré de complexité qu'il peut assumer pour apprendre, décider ou agir, ne sont que des habiletés caractéristiques de son *style cognitif*. Cet axe concerne aussi les besoins d'identification des *types* de données (#7), mais plutôt *a contrario*. Il ne s'agit plus de spécifier des *thèmes* de données socio-économiques (DSÉ) envers d'autres types, bio-climatiques ou géo-physiques, mais de les évaluer en fonction du genre d'information à privilégier par l'utilisateur du SADR. Ce peut être pour trier des renseignements, pour constituer une banque de connaissances, ou simplement pour définir des données pertinentes à structurer, à saisir et enfin à gérer. Cela a une grande influence sur les buts poursuivis par le dialogue entre le développeur et son «client», permettant de mieux cerner la valeur et la qualité de leurs échanges pendant la démarche de modélisation. De plus, cela servira au décideur à spécifier l'information qui lui est utile. Par ricochet, cela constitue une façon de structurer les DSÉ spatiales à la fois en fonction de la complexité des situations et de l'espace d'action dont on veut se tenir informé.

2.2.3.5 La théorie du système général

Rappelons que selon la plupart des variantes de la théorie du système général, il existerait trois grands types de systèmes : mécaniques, vivants, puis sociaux (De COURCY, 1989: 51-2). Les limites entre ces trois ensembles de systèmes, et conséquemment entre les *champs* de données décrivant des *systèmes opérants* dans un type ou l'autre, sont fluctuantes et conditionnées selon les besoins exprimés par le «client» pour modéliser ou systématiser une partie de la réalité. Néanmoins, des systèmes sont comparables et différenciables par rapport à :

- leur niveau d'*organisation interne*, dépendamment de leurs éléments et de leurs fonctions ;
- donc, le degré de difficulté à en élaborer un *modèle* de représentation fonctionnelle ;
- le rythme d'évolution et de *rétroaction* de chaque système, pour chacun de ses éléments ;
- leur dépendance aux conditions et *contraintes* externes (de contexte ou d'environnement) ;
- leurs *échelles* spatio-temporelles, en tant que sous-système imbriqué dans un plus grand ;
- leur degré de *complexité*, qui est aussi une échelle de composition de leurs fonctions.

L'*échelle* et la *complexité* (#9, #10) sont sans doute les deux caractéristiques conceptuelles des *systèmes sociaux* (#6) qui nous concernent le plus dans cette théorie, pour répondre à nos besoins de modélisation par la voie d'une méthode du *dialogue*. Le contrôle constant par le modélisateur de ces deux spécifications, au cours de toutes les discussions, est primordial pour maintenir la cohérence interne de l'activité de développement d'un système d'information (SI). Ce n'est qu'ainsi, en particulier en référant aux neuf degrés de complexité des systèmes (BOULDING, 1956), qu'on peut adéquatement définir les caractéristiques systémiques de chaque système opérant qu'on veut modéliser et décrire, donc les *thèmes* de données à retenir (#6). À l'égard des DSÉ, ces systèmes opérants sont en fait des systèmes sociaux, économiques, politiques ou culturels dont les fonctions opèrent entre les acteurs qui les constituent, leurs relations étant bien sûr dépendantes des *rôles* qui s'y exercent (#3). La composition du modèle d'un système particulier doit être structurée en reconnaissant ses limites, ses composantes, ses fonctions, ses flux et ses dépôts. Mais cela n'est jamais définitif, même lorsqu'on ne tente de décrire qu'un seul système, comme s'il était isolé. Des notions importantes en systémique, comme la *redondance* (#11) ou la rétroaction, ont des sens particuliers et un peu différents des concepts équivalents dans d'autres théories, comme le bruit et l'entropie en théorie de l'information (BAILEY, 1994).

De telles notions inter-théoriques doivent rester bien présentes à l'esprit du modélisateur qui prévoit que le SIRS opérationnel aura à absorber des erreurs et des pertes, tout en permettant une saine gestion des données et la livraison de renseignements au décideur voulant s'informer. Curieusement, la *démarche* de développement d'un SI ne relève que bien peu de la théorie systémique, le système n'étant alors considéré qu'en tant qu'objet informatique, le «bien livrable», pas comme un modèle de développement (OLLE *et al.*, 1991). Toutefois, certaines méthodologies de développement en reprennent des concepts et la terminologie (TARDIEU *et al.*, 1983).

2.2.3.6 Le paradigme du cycle de vie d'un système d'information

Comme son nom l'indique, le paradigme de développement des SI est lui-même un cycle. La séquence des quatre étapes du paradigme du *cycle de vie* peuvent être placées parallèlement aux quatre phases régulières du *cycle expérientiel* (voir la figure 2), dans lequel il s'inscrit directement, avec des nuances de vocabulaire envers les axes de tendances (transformation et

perception) et les quatre *styles* expérientiels. Les phases d'un cycle complété⁵¹ seraient ainsi :

- l'inventaire, une activité *divergente* partant de l'*appréhension concrète* ;
- l'analyse des besoins et le diagnostic, soit l'*assimilation* allant de l'*observation réfléchie* à la *compréhension abstraite* ;
- la proposition de solutions et la conception détaillée des modèles du SI, qu'un développeur *convergent* génère à partir d'une *conceptualisation abstraite* qu'on doit expérimenter ;
- la réalisation puis l'implantation, autrement dit l'*expérimentation active* du SI *décidé* ;
- la saisie des données, les traitements opérationnels, la maintenance, la mise à jour et le suivi qui sont aussi des activités *adaptatrices en appréhension concrète*.

L'inventaire, l'analyse réfléchie des besoins, la discussion pour élaborer des solutions, la conception de modèles, la formation du personnel à l'implantation, la cueillette des données et leur mise à jour, tout cela constitue des étapes ou des conditions du dialogue, mais pas une méthode de dialogue. Cependant, notons que les *rôles* des acteurs (#3) varient selon les étapes du *cycle* ; par exemple, le développeur est un concepteur au début, mais un technologue à la fin. Cette évolution du *rôle* a sûrement une incidence directe sur la façon dont le dialogue se poursuit.

Il existe une évidente cohérence interne entre les trois étapes centrales du *cycle de vie* et du *cycle expérientiel*, avec celles du *processus* de la décision rationnelle (revoir le tableau 2 et la section 2.2.3.4) et de la *démarche* de développement d'un SI. Ces processus constituent des catégories de besoins de modélisation (#4, #5) qui nécessitent le recours au dialogue, sans pourtant que le paradigme du *cycle de vie* fasse apparaître des éléments de méthode pour le mener à bien. Le *cycle de vie* intègre aussi la *démarche* de développement d'un SI, à ses trois premières étapes, tout en incluant d'autres cycles mineurs. En particulier, le *prototypage* est une sous-phase récurrente par laquelle on élabore une ébauche du SI et on la bonifie, jusqu'à en obtenir une forme de solution complète et réalisable, face au problème à modéliser. On inscrit cette sous-phase de réalisation du SI après le diagnostic mais avant l'implantation, aux étapes de *conceptualisation* des propositions de modèles - ramenées finalement au seul qui sera implanté.

⁵¹ Les quatre phases du *cycle de vie* sont réparties en sept étapes dans la méthode systémique de développement *MERISE* (TARDIEU *et al.*, 1983: 187-193), et jusqu'à dix étapes, selon divers découpages d'autres sources consultées.

À chaque itération pour l'améliorer, un nouvel aspect du prototype proposé est détaillé, expliqué, discuté et remodelé en une nouvelle proposition réévaluée ensuite. On reconnaît dans cette suite d'étapes de prototypage un sous-cycle d'apprentissage expérientiel, auquel les acteurs contribuent selon leur rôle. Ce prototypage est à la fois une activité de modélisation nécessitant le dialogue des acteurs et un outil de support pour représenter les résultats de leur dialogue mutuel, mais il ne contribue pas à éclaircir la méthode expérientielle permettant de dialoguer de façon efficace.

Plusieurs méthodologies de développement de SI, référant au processus de *cycle de vie*, procèdent par trois niveaux de modélisation des données (D) et des traitements (T). Il y a respectivement les modèles *conceptuel* ou de gestion (MCD, MGT), logique ou organisationnel (MLD, MOrg.T), puis physique (MPD, au sens d'*implantaton* technique) ou opérationnelle (MOp.T) (COLLONGUES *et al.*, 1987). La réalisation de ces modèles, ainsi que du diagramme de flux de données (DFD) et du dictionnaire des données (DD), exige que le développeur et son «client» détaillent les entités, les relations et les attributs des données, donc qu'ils spécifient le *type* et la *thématique* des données (#6, #7) dans le cadre des *systèmes opérants* requis par le «client». Ces trois niveaux de modèles, dont la concrétisation peut se réaliser par des cycles de prototypage, correspondent aux étapes du *cycle d'abstraction* d'un SI (CHEVALLIER, 1993).

Il peut sembler étonnant que des méthodologies scientifiques et rationnelles pour le développement d'outils technologiques dans des environnements organisationnels, donc sociaux, ne fassent aucune référence à une méthode pratique pour les appliquer, sinon qu'en énumérant des étapes qui requièrent ce dialogue. Le paradigme du *cycle de vie* présente une suite logique d'activités techniques pour le développement des SIRS, sans qu'on y retrouve aucune indication sur la façon de faire pour enclencher le processus social par lequel s'opérera ce développement. Le dialogue s'engage et évolue avec une importance qui varie, selon les étapes et la succession des *rôles* des acteurs. De plus, il est plus stratégique *en amont*, aux premières étapes du *cycle*, devenant en général plus procédurier et opératoire aux étapes subséquentes et à chaque itération de prototypes, mises à part les possibles remises en question de fond en cours de développement. Il appert que le dialogue est un aspect primordial qui s'inscrit dans toutes sortes de cycles, et une telle méthode doit justement être élaborée parce qu'elle est absente de ce paradigme.

2.2.3.7 La méthode d'analyse phénoménologique et structurale

L'approche phénoménologique est une méthode d'analyse structurale appliquée en sciences humaines, afin d'étudier les **significations**. D'après l'auteur de cette synthèse phénoménologique (MUCCHIELLI, 1983; 49), aucune conduite individualisée, en tant qu'élément médiateur vécu entre des **acteurs-en-situation** (donc en co-présence), ni aucune expression culturelle n'est sans signification. Derrière tout phénomène humain observable, comme les **conduites** et les **contraintes situationnelles**, cette méthode rationaliste postule *a priori* l'existence d'une organisation d'éléments essentiels qui ne peut pas ne pas exister, car ils sont «constitutifs d'un inconscient structural générique de l'humain» (*Ibidem*): la **structure**. Une structure est un «ensemble cohérent d'unités signifiantes» pour un acteur plutôt qu'un ensemble de faits objectifs (*Idem*: 11,16). C'est pourquoi elle est accessible à la raison du développeur et des autres acteurs, reconnus d'emblée *compétents* pour ce faire. On pourrait expliquer et formuler rationnellement la signification de telles structures qui sous-tendent tous les phénomènes ou systèmes humains : actions, attitudes, *biais*, imaginaires, *représentations*, projets, *décisions*, discours, rituels, *rôles*, normes, valeurs, institutions. La méthode d'analyse phénoméno-structurale repose sur trois règles générales, cinq contextes fondamentaux, une douzaine d'étapes et une échelle de quatre niveaux contextuels de compréhension.

Avant tout, on définit une **situation** comme étant une problématique commune par rapport à un **acteur**, compris au sens collectif, soit l'ensemble des individus d'un même groupe social. La **compréhension** d'une situation renvoie toujours à un ensemble de niveaux *contextuels* de significations et de niveaux en profondeur de la conscience, tous présents et mutuellement imbriqués. L'un ou l'autre de ces niveaux est plus prégnant et impose alors ses significations (*Idem*: 128, 135, 151), mais sans que cette situation soit nécessairement celle qu'on désire retrouver. L'efficacité de cette méthode apparaîtrait surtout en tant qu'*analyse situationnelle*, privilégiant le milieu de vie ou l'organisation de l'acteur, ce qui renverse l'habitude de nombreux chercheurs de polariser l'étude sur l'acteur individuel. L'environnement social de l'acteur a une logique structurée qui induit des comportements sociaux et des échanges économiques en apparence libres et volontaires, mais dont les effets portent au delà des conduites individualisées (MUCCHIELLI, 1983: 321-3). Il existerait toujours une structure latente derrière elles, un même petit nombre d'opérations strictes et organisées qui régissent ces agissements (*Idem*: 151).

C'est une autre partie de cette méthode, l'*analyse structurale*, qui permet de saisir les analogies formelles entre plusieurs récits, discours, pratiques, normes ou comportements, afin de formuler rationnellement leur *thématique* commune. Cette analyse, menée au cours d'un **dialogue** entre plusieurs acteurs *compétents* (#1), aux *rôles* et *biais* différents (#2, #3), permet de cerner le *système opérant* (#6) auquel appartient l'objet d'étude et grâce auquel il devient significatif pour l'ensemble de ces acteurs. Si on considère que les données socio-économiques (DSÉ) décrivent des phénomènes sociaux, leurs entités et leurs relations seraient donc les manifestations modélisées des situations sociales et des structures d'action des gens concernés, dans les limites de systèmes sociaux reconnus. L'*analyse phénoménologique* permettant de reconstruire la structure signifiante d'une situation repose sur des **règles** méthodologiques générales qui sont :

- 1) la référence constante aux *contextes* d'une situation,
- 2) la «mise entre parenthèses» par le chercheur de tous ses *a priori* théoriques,
- 3) la variation *éidétique* pour révéler la signification profonde et essentielle d'une situation.

1) La signification d'une situation n'est pas dans la reconnaissance de ses causes, mais dans celle de tous les éléments interreliés d'un **contexte** social et géographique, à l'instant présent. Pour définir le contexte complet, le développeur peut se référer à ce qu'il sait déjà de la culture des acteurs et du type de phénomène étudié, ou à d'autres analogies formelles repérables, sans pourtant faire entorse à sa «mise entre parenthèses» (qu'on expliquera au paragraphe 2). Le meilleur emploi de ces types d'analyse situationnelle est d'y joindre une méthode comparative (*Idem*: 323). C'est pourquoi l'analyse phénoménologique rejette la méthode psychologique d'«association libre», donc les recherches par discussion ouverte où le dialogue n'est pas structuré. En effet, les questions de recherche préparées pour une entrevue semi-directive doivent être pertinentes pour susciter chez le répondant des développements consistants ; alors qu'une entrevue fermée ne risque pas de faire surgir des éléments autres que ceux prévus au formulaire à remplir.

Il y a cinq sortes de contextes spécifiques qu'on appelle aussi des invariants fondamentaux (*Idem*: 24). Fortement conditionné par les biais des acteurs, il y a d'abord le déroulement du **dialogue**, comment il fut initié, la façon dont les paroles échangées s'agencent et se comprennent les unes par rapport aux autres. Puis, le contexte **culturel** fournit la structure générale et les

valeurs formelles sous-jacentes qui conditionnent tous les rapports d'identification des acteurs, avant même qu'ils soient mis en situation (*Idem*: 35-6). Ensuite il y a le contexte d'action ou de **situation**, qui englobe les attentes des acteurs et toutes les contraintes sur lesquelles se reflètent leurs actions et leurs comportements. Enfin, le contexte **historique** de la relation et le contexte **spatial** du lieu où se déroule l'action sont assurément porteurs d'une symbolique, de sens qui définissent des valeurs et des normes dans la communication entre les acteurs. Notre intérêt est d'autant plus fort lorsque la finalité de l'analyse et du dialogue entre un modélisateur et son «client» portent sur ses relations spatiales avec d'autres acteurs, ou celles que d'autres acteurs ont envers son espace d'action. En comparaison avec la théorie de la structuration (sous-section 2.2.3.2), les trois premiers contextes invariants correspondent à des axes de structuration rescindés de la dimension sociétale, les deux derniers étant les dimensions spatiale et temporelle.

2) Selon l'importante règle dite «de l'*epoché*»⁵², le chercheur doit abandonner ses *a priori* théoriques, «mettre entre parenthèses» ses préférences dans des systèmes explicatifs tout faits, pour ainsi se présenter complètement ouvert aux phénomènes humains particuliers qu'il étudie. Il doit en élucider l'essentiel, et parvenir à décrire une situation comme étant socialement valable pour un ensemble d'acteurs, sans laisser prise au filtrage relevant de sa propre discipline. Donc le chercheur doit nécessairement identifier ses propres *biais* (#2) et mettre de côté tout son savoir scientifique et toute proposition pourtant validée. Ce point de méthode est «l'observation naïve de l'observateur averti» (GIDDENS [1987: 347]) : il ne faut pas chercher à rien expliquer à la place du «client», ni rien justifier par ses connaissances préalables ou ses préjugés, car il ne doit jamais rien y avoir d'«évident» dans la recherche des structures sous-jacentes.

3) Par la règle de la variation *éidétique*⁵³, on s'efforce de saisir chaque **invariant** commun et essentiel qui sous-tend un ensemble de phénomènes humains, sociaux ou culturels, tels qu'ils «se donnent» au chercheur. Ceux-là se présentent comme autant de variations particulières révélant une (ou plusieurs) signification d'ordre général. Or aucun invariant n'est neutre dans la

⁵² Pour les philosophes sceptiques grecs, *ἐποχή* («époque», moment stable ou isolé pendant lequel le monde semble arrêté) signifiait: état de doute; suspension du jugement et des croyances du sujet sur l'existence du monde, ce qui ne supprime pas la perception sensible; refus ou impossibilité d'affirmer ou de nier un fait de connaissance.

⁵³ En philosophie: aspect, forme ou essence d'une chose dans l'esprit, abstraction faite de son existence elle-même.

compréhension totale d'une conduite ou d'une situation, car il définit une certaine forme de relations structurées qui pourrait être remplie par différents acteurs, contenus ou occurrences de valeurs. En cours d'analyse, un invariant ne change pas de signification lors d'une variation de valeur, sinon il n'en était pas vraiment un et il faut le réviser ; ou une discontinuité entre deux invariants a été transgressée et celui qui apparaît doit être redéfini, en incluant ou non le premier invariant. La recherche des invariants permet de distinguer le *contexte* d'une entité ou d'une relation, par rapport à sa *composition* (ou ses attributs). Un invariant fondamental est repérable en tant que lien défini entre les acteurs, leurs conduites et les situations. Les liens structuraux sont de plusieurs genres : lien causal, associatif, séquentiel, topologique ou dialectique ; relation d'autorité, de clientèle, de communication, de résistance ; rapport de force dans un jeu stratégique.

Une analyse phénoméno-structurale suit une douzaine d'étapes heuristiques correspondant à certaines règles d'application méthodologiques. Elles concordent clairement avec nos catégories de besoins liées aux phénomènes humains («H» des tableaux 1 et 2) et à la signification des discours et des attitudes des acteurs : leur *compétence*, leurs *biais*, leurs *rôles* et leurs *décisions* (#1 à #4). Dans ce dernier cas comme pour les *types* et les *thèmes* de données (#6, #7), on ne s'intéresse ni aux processus de base ni à leur description objective, mais plutôt à leur signification pour l'acteur-en-situation. Incidemment, pour le modélisateur de SIRS, la description exhaustive des éléments et des fonctions d'un *système opérant* (#6) n'aura de signification que si ce point de départ (et non d'arrivée) de la modélisation lui permet de positionner et de réduire à l'essentiel les *perceptions* (#12) que l'acteur répondant se fait de ce système dans son espace d'action. Il s'agira surtout de vérifier le champ sémantique original et spécifique à l'acteur pour chaque concept ou relation touchant à ce système. On ne doit pas s'étonner de trouver des références à la linguistique dans une méthode de dialogue et de modélisation conceptuelle d'un système opérant dans un SIRS, car en ce cas il s'agit de s'appuyer sur un formalisme de communication.

En comparant la méthode d'analyse phénoméno-structurale suivie par divers auteurs en psychologie, en sociologie et en anthropologie (LÉVI-STRAUSS, 1958: 227-55), on a reconnu les diverses étapes utiles et nécessaires au chercheur pour étudier une situation. Toute la méthode présuppose l'existence d'une structure, d'un principe organisateur cohérent sous l'ensemble des données et des phénomènes perçus par les acteurs, incluant le chercheur, mais souvent inexprimés

ou imperceptibles consciemment. C'est en dressant un schéma synthétique de cette structure signifiante qu'on rendra compte de la multitude des faits observables qui la constitue. Nous avons réagencé, d'après MUCCHIELLI (1983: 19-20,57-63, 88, 134, 200) les étapes et les règles phénoménologiques en une suite méthodologique permettant d'éclaircir la structure sous-jacente :

- 1) Constituer un corpus de documents liés à la situation étudiée, perçus comme étant analogiques et congruents, sans se restreindre dans les limites du mandat de recherche.
- 2) Rencontrer tous les groupes d'acteurs-en-situation et mener des entrevues semi-directives, dont les thèmes et les questions seront inspirées par les analogies initialement perçues.
- 3) Lire tous les documents disponibles et écouter tous les enregistrements, pour prendre connaissance de toutes les données, dans leur contexte.
- 4) Analyser, repérer et découper les éléments situationnels constants, par rapport à des analogies formelles parmi une variété de détails hétérogènes ; articuler la description schématique de ces éléments situationnels par l'analyse grammaticale et sémantique.
- 5) S'efforcer de comprendre la signification des analogies et des éléments situationnels importants pour les acteurs, dont l'expression consiste à produire un univers original par ses contenus à travers un mode d'expression syntaxique banal (jargons et lieux communs).
- 6) Regrouper ces éléments situationnels en spécifiant des unités de structure (scénarios), des «fonctions signifiantes» et des relations entre les acteurs, par rapport au contexte complet.
- 7) Arranger ces situations semblables dans une **matrice** structurale⁵⁴ en mettant dans chaque colonne les situations les plus significatives dignes de représenter un élément fondamental.
- 8) Rechercher des traits communs et faire correspondre les situations en colonne, propres à certains acteurs ou à certains systèmes (certaines cases d'un scénario peuvent rester vides).
- 9) Généraliser la signification essentielle des situations communes qui demeurent constantes à travers les variations, soit les **invariants**, au bas de chaque colonne.
- 10) Construire un système de référence cohérent qui représente la structure théorique, en reconstituant la problématique essentielle des acteurs et en y intégrant des problématiques sous-jacentes, cela par un raisonnement fait selon la logique propre du *système opérant*.
- 11) Formuler clairement la synthèse des significations communes sous forme de principes généraux explicitant les relations et les concepts interreliés qui y sont spécifiques.

⁵⁴ L'outil méthodologique de la **matrice** est très répandu en sciences sociales autant qu'en sciences appliquées; la matrice est le seul schéma théorique de la méthode dans lequel le chercheur doit faire entrer ses données.

- 12) Exprimer cette structure de signification par des énoncés affirmatifs (propositions), sous un titre contenant un verbe⁵⁵ qui soit compréhensible et accessible à tout acteur concerné.
- 13) Vérifier la structure de signification et s'assurer du bon découpage de ses unités essentielles, en contrôlant si elle permet aux acteurs de décrire et de comprendre leur conduite effective ; la confronter avec la théorie en vigueur dans le domaine de recherche ou d'action qui explique les relations structurantes du *système opérant* étudié.

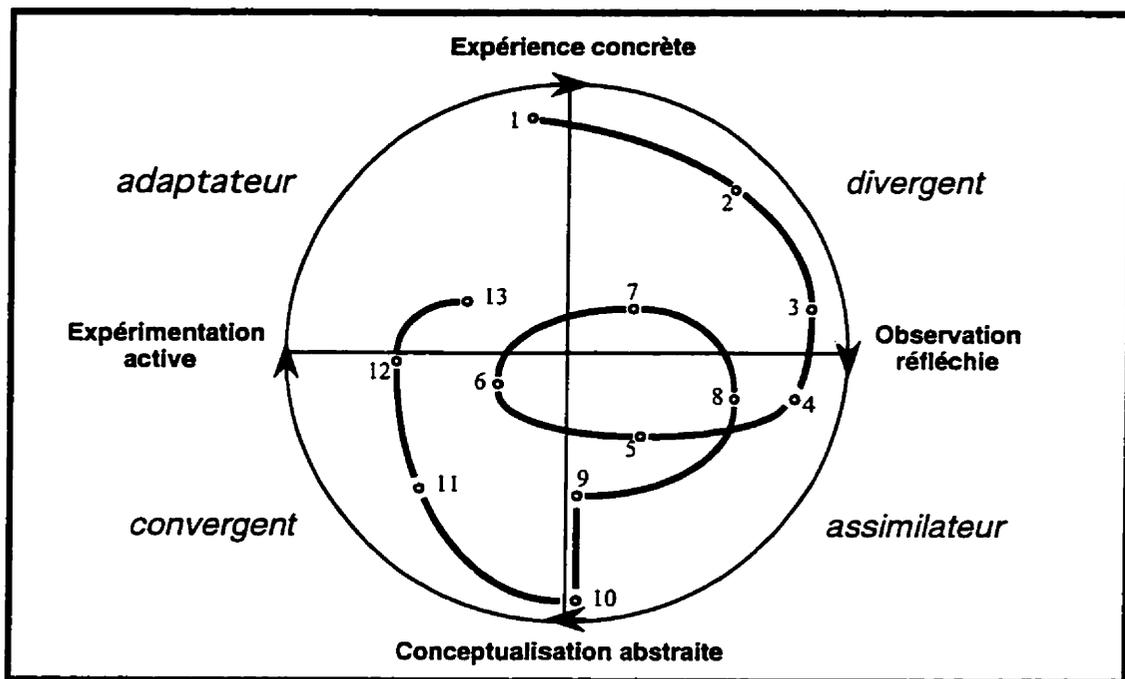


Figure 7 - Les étapes de l'analyse phénoméno-structurale placées dans le cycle expérientiel
Interprétation d'après MUCCHIELLI (1983), superposée au modèle de KOLB (1984)

L'analyse phénoméno-structurale suit un double *cycle expérientiel* incomplet (figure 7). Les trois premières étapes relèvent du style concret *divergent*, en mode d'*appréhension réfléchie*, pour collecter et mettre en forme l'ensemble des documents, afin de les analyser. L'analyse situationnelle elle-même requiert cinq étapes intermédiaires (4 à 8), formant une boucle autour de l'axe de l'*observation réfléchie*. Commenant avec l'analyse sémantique, elle se poursuit vers la *compréhension* des analogies ; puis en application *active*, on regroupe et on spécifie les éléments situationnels et les fonctions signifiantes, pour ensuite les arranger dans une matrice structurale, un geste plus *réfléchi*. Au second tour de cycle, l'analyse des traits communs entre

⁵⁵ En modélisation, la structure d'un *système opérant* pourra tout simplement être formée de deux entités (identifiées par des noms) avec leurs attributs, rendues interdépendantes par leur relation fonctionnelle (identifiée par un verbe).

les situations mène à l'étape plus *conceptuelle* de généralisation de leur signification essentielle, où s'applique la règle des «variations» (9) afin de construire un système théorique de référence (10). Suivent les dernières étapes de l'analyse structurale, plus *actives*, soit la formulation de tous les éléments qui seront explicités et nommés (en *compréhension*), puis on finit à la validation *concrète* (13). Dans cette séquence d'étapes, on remarque une similitude (quoique plus détaillée) avec les phases de la *démarche* de développement d'un SIRS (#5), du moins jusqu'à l'opération et la maintenance, en incluant même la technique récursive de développement par prototypage.

L'analyse situationnelle ne tient aucun compte de la *référence*, des *perceptions* ni des *échelles* spatiales ou géographiques (#8, #9, #12), si ce n'est en tant que *contextes* à l'analyse, mais rien ne semble empêcher de passer des situations sociales aux situations spatiales. Néanmoins, la méthode reconnaît certaines *échelles* de *complexité* (#9, #10) comme niveaux contextuels du sens des actions sociales. À partir de recherches en anthropologie culturelle et en psychologie, MUCCHIELLI (1983: 128-9) a établi des niveaux d'*échelle* sociétale allant d'un micro-contexte à un macro-contexte. Pour chaque niveau contextuel, le changement d'éléments structuraux significatifs (ou invariants) provoque une redistribution de la signification globale d'une situation pour les acteurs (*Idem*: 166). Ces niveaux contextuels sont appelés :

- *psychologique* : l'acteur individuel et ses relations interpersonnelles quotidiennes avec sa famille et quelques groupes informels auxquels il participe régulièrement ;
- *subculturel* : tout groupe social imposant des normes ou des règles organisées: la classe, la profession, la tribu, la tranche d'âge, le quartier d'habitation, le style de consommation ;
- *culturel* : le groupe ethnique ou la nationalité, la langue, l'idéologie et la civilisation, la religion, les rôles sexuels, c'est-à-dire les situations sociales fortement intégrées ;
- *anthropologique* : le niveau inconditionnel et transculturel, valable pour tous les humains.

Plus on considère le contexte des niveaux culturel et anthropologique, plus les structures forment des archétypes fondamentaux et stables. En situation normale, les éléments significatifs socialement partagés sont assez forts pour neutraliser les *perceptions*, les *représentations* et les interprétations personnelles (#12) qu'un acteur a du monde (MUCCHIELLI 1983: 136, 145 151). Partant d'un exemple cadastral lié à notre cas d'application tunisien, on sait qu'un occidental

assume le droit de propriété foncière délimité par une ligne abstraite comme étant universellement admis (niveau anthropologique); or on constate que l'«appropriation de la terre» n'a pas la même connotation en contexte de droit musulman, car certaines sortes de propriété y sont particulières (niveau culturel). Le statut du paysan, selon les types de tenure foncière et de faire-valoir (niveau subculturel), y est un élément bien plus structurant de ses conduites et de sa volonté à changer sa situation ; la cueillette de données sur les pratiques culturelles sera plus valable auprès d'experts des organisations paysannes (même niveau subculturel) que des individus (niveau psychologique).

2.2.3.8 La «proxémique» : une philosophie et une psychologie de l'espace

Les études du français Abraham A. Moles sur la psychologie de l'espace et surtout sur l'imprécision des formes dans la communication visuelle des *significations* spatiales, lui ont fait adopter un point de vue phénoménologique. Selon lui, une philosophie de l'espace doit nécessairement être à la fois une philosophie de l'acteur **percevant** son environnement, et une philosophie de l'aménageur qui doit aussi **comprendre** et **transformer** un espace dans lequel s'inscrivent des activités sociales (MOLES & ROHMER, 1978: 17). Sans constituer un cadre théorique achevé, il propose des concepts spatiaux qu'il appelle «proxémiques»⁵⁶ (*Idem*: 13-5, 39), que nous avons utilisés sans cesse lors de notre modélisation conceptuelle des données socio-économiques (DSÉ). Il s'agit d'abord d'une structure des dynamiques spatiales reposant sur la dualité des concepts de *centralité* et d'*étendue*, ainsi que sur la dualité de la *concentration* et de la *diffusion* (#11). Aussi, un principe proxémique reconnaît que la **représentation géométrique** demeure toujours, avec la **topologie**, le «modèle canonique des rapports [des humains] avec un espace rendu complexe» (*Idem*: 8). Puis on ajoute un contexte technologique de la référence à l'espace, en plus des contextes temporel et sociétal. Tout cela s'applique d'ailleurs aux structures de données à référence spatiale, selon les modes en tessellation et vectoriel. Enfin, la perception et l'organisation des représentations spatiales s'organisent autour de chaque individu selon une échelle de proximité faite de sphères concentriques, ou «coquilles». À l'aide des concepts proxémiques, le modélisateur peut **animer un dialogue** très nuancé entre acteurs et ainsi effectuer sans confusion des analyses à diverses *échelles* spatiales (#9), simultanément et tout au long d'une

⁵⁶ Terme inspiré sans doute de l'anthropologue américain Edward T. HALL (1969 [1971]; 1974).

démarche de *développement* de SIRS (#5). En opérant selon les dualités conceptuelles de *centralité* et d'*étendue*, on peut préciser et structurer les entités et relations qui composent les *représentations spatiales* (#12) des *thèmes de données* et des *systèmes opérants* retenus (#6). Cela permet de caractériser les perceptions spatiales des acteurs selon leurs activités professionnelles *compétentes* (#1), donc leurs *biais* (#2), en fonction de leurs contextes d'utilisation de l'espace étudié, et des moyens **technologiques** qu'ils privilégient dans leurs rapports de **transformation** de cet espace. Ce dernier point est très original, car on considère ici le *rôle* technologique des acteurs, et non leur rôle hiérarchique dans une organisation (#3).

La typologie du tableau 4⁵⁷ présente certaines professions ou disciplines scientifiques concernées par l'espace, que nous avons réparties selon leur mode de perception spatiale et leur approche phénoménologique. Les perceptions des professions requérant une *référence spatiale* (#8) se rattachent implicitement soit au principe de la centralité, soit à celui de l'étendue, dans leurs méthodes comme dans leur objet d'étude spatial (MOLES & ROHMER, 1978: 16); d'autre part, on les distingue selon le type phénoménologique de transformation que l'acteur effectue dans l'espace objectivé qui le concerne, mettant l'accent sur l'objet observé ou sur l'outil d'observation.

phénoménologie	conception philosophique de l'espace	
	centralité	étendue
objectale (<i>perception</i>)	Arpentage Géologie Immobilier Pédologie	Agronomie Foresterie Géomorphologie Urbanisme
technologique (<i>transformation</i>)	Astronomie Géodésie Hydrologie Séismologie	Architecture Météorologie Océanographie Télédétection

Tableau 4 - Une distribution des disciplines spatiales selon leur conception phénoménologique

Élaboration inspirée de MOLES & ROHMER (1978)

⁵⁷ Noter que la géomatique n'y figure pas comme telle, car on constate que les disciplines qu'elle entend intégrer (arpentage, géodésie, télédétection) ou servir (foresterie, géologie, météorologie) sont éparpillées dans ce tableau.

Un phénomène perçu, fait de relations spatiales, n'a pas à être délimité ni mesuré pour entrer dans le champ conscient de l'acteur, car la conscience admet bien des imperfections aux caractéristiques d'un objet ou d'une situation, au moment de le reconnaître, de l'identifier et de le généraliser (*Idem*: 61). En toutes circonstances, les fondements spatiaux de *centralité* et *d'étendue*, à la fois contradictoires et complémentaires, se recouvrent et s'interpénètrent avec une grande *complexité*, «dans notre vocabulaire et dans nos comportements» (*Idem*: 11), entraînant un risque de confusion et d'apparente irrationalité de nos actes. Les principes de la *centralité* de l'acteur envers le monde, et de *l'étendue* neutre et diffuse remplie d'un grand nombre d'éléments discrets («atomes»), remonteraient respectivement à Aristote et à Démocrite (CHRISMAN, 1987: 33-4). De là découlent quasiment toutes les structures géométriques et topologiques utiles pour modéliser la représentation cartographique des réalités géographiques perceptibles.

On associe au concept de *centralité* d'un objet unique et déterminé les notions et primitives du point (et du «point de vue»), de l'origine, du foyer ou du nœud, et de la ligne (un point qui se déplace); la ligne comportant une direction est un vecteur dans un espace vide et continu. Des lignes peuvent se croiser, se concentrer vers un point, en rayonner, ou servir à délimiter un champ, ouvert ou clos. L'étendue de la ligne est sa longueur, son domaine de valeur, il s'agit d'une de ses caractéristiques et non pas de son principe. Une entité géographique en *concentration* peut révéler l'intensité des relations sociales et économiques en un point (circulation, investissements, etc.), mais non pas la forme ou le contexte spatial du lieu.

Par l'espace *étendu*, on comprend la surface, délimitée ou indéfinie, plane ou courbe, mais sans autre forme élémentaire que les coordonnées cartésiennes⁵⁸ et le découpage de l'espace en cellules régulières (le grain, la maille, le *pixel*) ou agrégées, autrement dit des cellules structurées en tessellation [*raster*]. Chacune de ces surfaces, *a priori* équivalentes, peut porter une valeur distincte de ses voisines, sans que cela provoque une discontinuité structurante (HUBERT, 1993).

⁵⁸ L'origine d'un système de coordonnées cartésiennes est un référentiel arbitraire, objectivé par le scientifique qui établit un point où les valeurs de référence sont nulles; l'origine n'est pas identifiée à un point de vue subjectif.

En grand nombre au contraire, elles peuvent représenter un territoire⁵⁹, dont toute l'aire est alors réputée avoir une caractéristique équivalente et continue sans être constante, une même densité de valeur indifférenciée, se diffusant de proche en proche dans plusieurs directions. C'est ce qu'en cartographie on nomme la représentation «choroplèthe». Les notions d'intensité et de densité réfèrent donc à la *concentration* et à la *diffusion*, y compris en tant que modes d'action ou comme *représentations* de résultats d'action constatés sur le terrain (KELLERMAN, 1989: 15).

Avec le principe de centralité, fondé sur l'évidence sensible et immédiate dans le développement psychologique normal de chaque individu, on induit la *concentration* mais aussi la *diffusion*, à partir d'un point identifié ou vers lui. Quant au principe de l'étendue, il n'est pas aisément appréhendé, posant problème dans une méthode expérimentielle de dialogue. Il s'agit d'une abstraction spatiale, d'une *conceptualisation* qui se développe graduellement par l'*expérimentation active* (KOLB, 1984: 23-5; en référence à: PIAGET [1970]; revoir la figure 2). À partir de multiples trajets linéaires recoupés, débordant son aire de perception visuelle, l'acteur comprend et construit une représentation de l'espace géographique, par la synthèse de tous les points de vue où il a promené sa «bulle psychologique» (MOLES & ROHMER, 1978: 109). Ce mode de *représentation cognitive* (#12), complexe et demandant un effort pour de nouveaux lieux, n'a aucun point central de *référence spatiale*. Également, le support technique de la carte plane, même numérique, étant *synoptique* et *panoptique* (BRUNET, 1987), le «point de vue» de la carte est hors d'elle, et sa référence est dans son cadre et son quadrillage, bref dans ses *méta-données* (#7).

Tout au long d'une démarche de modélisation conceptuelle des DSÉ à référence spatiale, le développeur de SIRS doit structurer les objets et systèmes vécus par les acteurs, en cohésion avec leurs représentations mentales et cognitives ; l'échelle appropriée sera plus *perceptuelle* que *géométrique*. En effet, on ne peut considérer l'échelle de la représentation seulement comme une méta-donnée, exprimée en unités de mesure. Les entités, leurs relations et le contexte des *systèmes opérants* ou des phénomènes qu'elles représentent n'ont fréquemment pas les mêmes

⁵⁹ Un territoire est un élément spatial en étendue, constitutif d'une collectivité économique ou politique qui y vit et s'y identifie, et dont les délimitations contiennent son aire d'activité, d'autorité, de compétence, de juridiction, etc., hors de l'emprise exclusive d'autres pouvoirs concurrents (*d'après*: ALLIÈS, 1980); revoir la note 8.

propriétés ni la même forme à différentes *échelles* (#6, #9). MOLES & ROHMER (1978: 98-9) affirment que c'est le passage continu des individus d'une échelle de proximité spatio-temporelle à l'autre qui constitue la voie normale de leur intégration sociale. On doit donc connaître cette «*échelle de proximité*» pour espérer représenter chaque entité socio-économique et en structurer les relations dans l'espace, de façon qu'elles soient significatives et assez satisfaisantes pour les acteurs, à travers leurs biais et les besoins envers leur rôle (#2, #3). Malgré le cadre normatif de l'espace géométrique ou des primitives de structuration des données, on cherchera à récupérer les caractéristiques sensorielles des espaces d'action des acteurs (*Idem*: 8). Autrement dit, on veut ajouter leur perception *topologique* et *sémantique* des phénomènes impliquant des contraintes sociales et spatiales, à la simple mesure géométrique relevant d'une seule *référence spatiale* (#8).

Pour les acteurs, la compréhension et la modélisation structurée de leur espace d'action devront se faire au même degré d'*échelle de perception* (#9, #12) que celui où ils placent leurs espaces d'intérêt, leur point d'attache sociale ou leur propriété, car cela modifie substantiellement leurs *représentations* ou leurs *décisions* (#12, #4) envers tel endroit ou telle situation. Dans la théorie proxémique, on a appelé «*coquilles*» (*Idem*: 13-5, 39, 102) les zones concentriques ou successives de l'échelle de perception et de valorisation sociale de l'espace par chaque acteur. Mais attention : ces coquilles ne constituent pas une structure géométrique et ne forment pas une échelle stricte de représentation. L'individu autonome, dont la conduite prend place dans un environnement physique et social changeant, voit intuitivement son espace de vie comme un «*système de propriétés*» à la fois *perceptif* (phénoménologique) et *perspectif* (topologique et topographique). Ces propriétés se distinguent et se répartissent en zones, continues ou non, qui s'éloignent variablement dans toutes les directions autour des lieux principaux de la vie quotidienne, donc elles s'accroissent en une complexité que l'acteur comprend et contrôle de moins en moins bien. Chaque coquille présente un aspect psychologique propre (*Idem*: 73, 99), étant reconnaissable comme autant de champs de territorialité (KELLERMAN, 1989: 13), comme des sortes de degrés dans l'appropriation de certains espaces de *référence* (#8), en fonction du degré d'appartenance à un groupe social. L'acteur élabore sa *compétence* envers son *espace d'action* (#1) par divers modes d'appropriation significative des lieux ; on pense à la disposition de symboles d'occupation, à la délimitation et à la dénomination de ces lieux.

En gros, l'échelle (#9) dans laquelle se construisent et s'emboîtent les coquilles détermine :

- un micro-espace⁶⁰ personnel bien informé, routinier mais flexible et mobile, avec autour
- un méso-espace concentrique de la vie sociale quotidienne, compétente et régularisée,
- la variété des macro-espaces de l'interaction sociale, en diffusion dans quelques directions, dont on n'a qu'une connaissance indirecte et sans qu'on ait de contrôle sur les contraintes.

On doit comprendre que contrairement aux lieux spécifiques d'activités, l'espace d'action est en **diffusion** discontinue et sporadique à travers toutes les coquilles, sans qu'on retrouve de limites formelles pour les séparer, car il est structuré par l'information et par l'action dans l'espace, pas par sa géométrie. L'importance des objets et l'intérêt d'un acteur décroissent à partir de la sphère tridimensionnel autour de son corps, la dimension verticale s'aplatissant très vite avec la distance ; vers l'extérieur, les coquilles ne sont que des aires territoriales bidimensionnelles plus ou moins concentriques (MOLES & ROHMER, 1978: 78). Pour un acteur en contexte urbain, une gradation complète de la typologie des coquilles (*Idem*: leur figure 13, 74-5, 102) irait ainsi :

- 1- l'intégrité du corps humain,
- 2- la portée du geste «ergonomique», la «bulle psychologique», le poste de travail, le balcon,
- 3- la pièce, le cabinet, l'aire de stationnement,
- 4- l'appartement privé d'un ménage, les parties privatives de l'immeuble, la cour,
- 5- l'immeuble et le terrain (le lot cadastral), le jardin, le terrain de sport (*cf.* GAY, 1995: 34-6),
- 6- le voisinage, la zone ou le secteur, le lieu-dit,
- 7- le quartier, le village, le secteur en banlieue,
- 8- la ville [*town*] et sa banlieue,
- 9- la grande ville-centre [*large city*], l'agglomération urbaine,
- 10- la métropole, la mégapole
- 11- la région ou la province,
- 12- le pays, l'État, la nation,
- 13- l'Union fédérale, le continent ou l'empire,
- 14- le vaste monde [*œcumenopolis*] ou la planète Terre,
- 15- l'espace extra-atmosphérique.

⁶⁰ Ces préfixes d'ordre de grandeurs, exprimant que les éléments d'un même phénomène produisent selon l'échelle des effets complexes différents, se retrouvent autant en sciences économiques qu'en sciences écologiques.

Nous regroupons ces degrés de la spatialité en échelles thématiques et même en domaines des *biais* professionnels (#9, #1). On distingue d'abord, à partir du niveau micro-social, les échelles personnelles biologiques (1 à 3), et architecturales (3 à 5); puis les échelles aménagistes (5 à 9), géodésiques (5, 8 à 13, et 15), géographiques (6 à 14) et politiques (7 à 13). Les degrés politiques concordent avec des divisions administratives mutuellement exclusives qui s'emboîtent. Il y a des coquilles économiques à tous les degrés, alors que l'échelle des coquilles légales et juridiques est discontinue (1, 4-5, 8 et 12-13). On remarque ici la limite phénoménologique entre les sphères **privé et publique** (4/5); cette limite légale apparaît du fait qu'il s'agisse aussi d'une limite psychologique et sociale, reconnue à travers nombre de cultures. On constate d'ailleurs qu'un départage des responsabilités *compétentes* (#1) et des intérêts professionnels s'y produit : c'est là que l'architecte et l'arpenteur se distinguent de l'aménagiste, du géographe et du géodésien. Vers l'intérieur de cette limite, dans le domaine de l'intérêt privé et de la propriété foncière, les données sur le territoire et ses habitants sont considérées comme «personnelles et confidentielles». Ceci imposera un *biais* (#2) au décideur qui rebutera à acquérir de telles données pour des raisons de coûts mais aussi quant à leur faible influence à l'égard de son mandat. Elles risquent d'être peu pertinentes, incomplètes, avec une distribution spatiale peu fiable compte tenu de la différence entre les échelles de cueillette et d'utilisation de ces données. De toutes façons, ses besoins d'aménagement et ses capacités d'intervention sont minimes, sous le seuil de la septième coquille.

Vers l'extérieur de cette limite, comme ce fut le cas dans notre recherche d'application pour élaborer un SADRIS en aménagement des eaux et des sols en Tunisie, il fallut adapter certaines désignations en fonction d'un milieu exclusivement rural. Nous avons renommé les coquilles de l'échelle de structuration aménagiste et d'autres (comme l'échelle politique), conformément à l'appellation des entités spatiales de notre modèle conceptuel de DSÉ :

- 5 - la parcelle, la cellule forestière, l'entreprise agricole,
- 6 - la localité, le secteur de recensement,
- 7 - la commune (ou le *cheikhata*), ainsi que la section cadastrale,
- 8 - le marché, la zone de planification, la délégation,
- 9 - la division de recensement, le gouvernorat (ou département) avec le commissariat régional.

Devant la *complexité* (#10) des contextes de régimes de propriété, de tenure et de faire-valoir, comment un exploitant agricole accepte-t-il, supporte-t-il ou rejette-t-il certaines pratiques culturelles à exercer sur sa propriété, lorsqu'elles sont proposées «dans l'intérêt public» par un décideur aménagiste de la fonction publique? C'est particulièrement en tenant compte de cette cinquième coquille d'appropriation foncière que nous avons choisi la *parcelle* comme entité socio-économique de *référence* géographique (#8), dans le modèle conceptuel de données (MCD) que nous avons réalisé. Par contre, l'activité sociale et les échanges économiques des exploitants prennent place parmi les coquilles plus larges, dont la fonction est plus intéressante que le contexte spatial, comme le *marché*, cela malgré que l'intérêt personnel décroisse avec la distance et la quantité de gens qu'on rencontre. Un véritable espace de négociation existe entre les acteurs, à l'échelle des coquilles où leurs perceptions de l'espace se rencontrent et où leurs intérêts se recoupent ; sinon, leurs rapports mutuels ne seraient qu'hypothétiques. Ce ne sont pas seulement les besoins, les priorités ou les intérêts qui sont opposés, comme à propos des pratiques culturelles, ce sont les perspectives spatiales et socio-économiques, on dirait «topo-sociologiques» (MOLES & ROHMER, 1978: 27), qui n'autorisent pas les mêmes perceptions ni les mêmes biais.

2.2.3.9 La méthodologie des systèmes souples

La méthodologie des systèmes souples [*soft systems*] du britannique Peter Checkland n'a pas été étudiée ni utilisée dans cette maîtrise, mais après la recherche, un survol s'est avéré assez intéressant pour l'ajouter parmi les théories qui permettent de rencontrer plusieurs catégories de nos besoins de modélisation. Il semblerait utile d'intégrer ce processus à une méthode de développement systémique, expérientielle et cyclique pour supporter le *dialogue* entre acteurs.

Les modèles produits avec cette méthodologie sont des «cartes cognitives» de l'expérience des acteurs face à un problème (CHECKLAND & SCHOLLES, 1990: 299), présentant l'allure d'un double *cycle* de *transformation* (en forme de '8'). En ce sens, une carte cognitive n'a rien de géographique, quoiqu'il s'agisse d'une représentation graphique montrant les relations et les «distances» notionnelles entre des entités perçues par les acteurs en situation organisationnelle (COSSETTE *et al.*, 1994), un peu comme dans le cas d'un modèle conceptuel de données (MCD).

Ce double cycle est congruent avec certains stades du *cycle expérientiel* de KOLB (1984), et le but avoué de cette méthodologie systémique est aussi l'apprentissage à partir de l'expérience acquise (CHECKLAND, 1981: 163, sa *figure 6*). Ses sept étapes, très simplifiées ici, partent de l'**appréhension de problèmes exprimés** pour en articuler un «**système réfléchi**» [*system thinking*], autrement dit une **compréhension** donnant des définitions et des concepts de base, pertinents pour modéliser un «**système d'action dans le monde réel**» ; puis par comparaison, on évalue les effets du système d'action sur la situation qu'on a perçue comme problématique. On rejoint l'approche de développement *par les objectifs* du SIRS, déjà identifiée (voir section 1.6.1). Cela implique que le modélisateur et même l'utilisateur du SADRIS décideront de poser des actions justifiées, qui seront significatives pour tous les acteurs (CHECKLAND & SCHOLLES, 1990: 54-5).

De plus, cette méthodologie correspond à la *démarche* de développement d'un SIRS (#5), en une séquence pouvant aisément inclure le prototypage, et elle reprend même les termes du *processus* de décision rationnelle (#4) :

- expression d'une situation problématique dans un système social,
- définition et proposition de modèles d'action utiles,
- comparaison des modèles proposés avec la situation, action pour améliorer la situation entre les acteurs d'un même système.

Ces trois processus théoriques *expérientiels*, très pertinents pour réussir une modélisation, nécessitent une méthode de dialogue rétro-actif, et la méthodologie proposée ici offre un cadre opérationnel pour suivre ce dialogue entre acteurs, selon leur *rôle* (#3) dans un système social.

Par cette méthodologie, on vise à modéliser des *systèmes sociaux* évolutifs, pertinents pour les acteurs poursuivant des activités déterminées qu'ils jugent nécessaires. On comprend que l'accent y est mis sur la *compétence* (#1) des acteurs engagés dans une démarche de modélisation. D'autre part, cette méthodologie considère le contexte comme étant nécessaire pour attribuer une signification aux données, donc pour obtenir de l'information à propos d'une situation. Enfin, on y réfère aux degrés de *complexité* (#10) des systèmes (BOULDING, 1956), sans qu'on y trouve aucune mention des aspects *spatiaux* des données, ni comment considérer le problème des *biais*.

2.3 CONCLUSION SUR LES BASES THÉORIQUES POUR UNE MÉTHODE DU DIALOGUE EXPÉRIENTIEL

En résumé, l'analyse détaillée que nous venons de livrer a fait voir une certaine cohésion d'une théorie à l'autre ; elles ne se contredisent à peu près pas, sinon dans leur vocabulaire. Cette dizaine de théories se différencient plutôt selon l'importance qu'elles mettent à l'égard de telle ou telle autre catégorie de besoin, que nous avons énoncées en fonction de notre problématique. Bien sûr, aucune théorie n'avait été élaborée en fonction de nos besoins, et aucune ne pouvait tous les satisfaire, malgré que la spécification de certains besoins en avait été inspirée. Pourtant, chacune dispose d'éléments qui concordent avec au moins quelques besoins et qui peuvent contribuer à une méthode de dialogue. Ce qui étonne, c'est que les théories à caractère systémique ou traitant de l'information sont celles qui correspondent le moins à nos besoins de modélisation conceptuelle d'un système d'information à référence spatiale (SIRS) supportant l'aide à la décision. Donc, la recherche d'autres théories pour appuyer méthodiquement les premières étapes d'une démarche de développement d'un SIRS (et en particulier d'un SARDS) était d'autant plus justifiée qu'on l'élargissait à de nouvelles conditions. Cela n'invalide pas du tout la théorie du système général, mais en montrant ses limitations on la met en perspective avec d'autres théories issues des sciences sociales, à propos des rapports entre acteurs, «systèmes» et espaces géographiques.

Il faut maintenant faire une synthèse de tous ces éléments, plus ou moins inter-reliés et même corrélés dans certains cas, en une méthode de modélisation qui privilégiera le dialogue entre les acteurs. Ce n'est qu'avec une telle méthode qu'on parviendra à une solution géomatique satisfaisant nos besoins de modélisation, soit l'élaboration d'un modèle conceptuel des données (MCD) cohérent, vraiment significatif pour l'ensemble des acteurs et représentatif de la complexité des *systèmes opérants* qui intéressent le «client». Un MCD réussi est essentiel pour le développement et l'implantation d'un SIRS dans son organisation. Nous disposons maintenant de quantité d'indications sur la façon de poursuivre la modélisation intégrée des données de divers *types* (dont les données socio-économiques) selon le *cycle expérientiel* d'apprentissage. Les interrelations parmi ce corpus assez consistant de théories, paradigmes, axes et méthodologies, ainsi que les composantes remarquables de chacune, permettraient au développeur de parfaire sa tâche et, nous l'espérons, de produire d'autres outils de modélisation assez versatiles et diversifiés pour qu'il aborde à l'avenir des problématiques complexes dans le développement des SIRS.

Chapitre 3

MÉTHODE DE DIALOGUE ENTRE ACTEURS POUR LA MODÉLISATION

Une méthode de dialogue entre les acteurs, participant à la modélisation d'un système d'aide à la décision à référence spatiale (SADRS), se dégage de toutes ces analyses théoriques effectuées au chapitre 2. Nous allons maintenant en faire une synthèse, afin de spécifier des pistes à suivre lors de la réalisation d'un mandat de développement de système d'information à référence spatiale (SIRS). Dans le *cycle expérientiel*, cela correspond au mode de la conceptualisation abstraite : on élabore des manières de faire et de penser, bref des méthodes bien appuyées sur des bases théoriques, qu'on pourra ensuite soumettre aux développeurs de SIRS pour qu'ils les appliquent, ce qui est tout à fait caractéristique des professionnels de style *convergent* (revoir surtout la figure 4). Dans notre cas d'application tunisien, cette phase avait mené à la préparation d'un modèle conceptuel de données (MCD) très élaboré (FERLAND & LAVOIE, 1995).

Cette méthode de dialogue ne fera aucunement référence à une quelconque technique d'animation de groupe, ni à une séquence de tâches, d'activités ou d'étapes à suivre comme une recette, car l'objectif est tout autre. En effet, le développeur d'un SIRS (à implanter afin de supporter un SADRS) reçoit un mandat de modélisation conceptuelle et d'intégration des données, lesquelles devraient servir à la simulation et à la prise de décision, c'est-à-dire des processus cycliques, itératifs ou heuristiques à mener en amont de la démarche de développement. Une méthode linéaire serait bien plus pertinente pour les activités programmées et techniques portant sur les procédures de modélisation physique des données, de leur traitement, de l'implantation concrète du système d'information (SI) et des processus de réingénierie de l'organisation ; il s'agit des étapes n'apparaissant qu'à partir du milieu d'une démarche de développement de SIRS.

3.1 LE CONTEXTE CONDITIONNANT UNE MÉTHODE DE MODÉLISATION

Le développeur doit réussir à faire expliquer par son «client», qui inclut plusieurs groupes d'acteurs au sein ou en relation avec une organisation, le détail des éléments, des notions, du vocabulaire et des besoins en information qui sous-tendent les structures dans lesquelles les *systèmes opérants* qu'il cherche à identifier prendraient une forme cohérente. Or ces structures, une fois élucidées et réarrangées en un nouveau modèle conceptuel, servant de base au SADRS, risquent de dévier par rapport aux objectifs généraux énoncés au départ du mandat. Cela est dû au nombre et à la variété des acteurs impliqués dans la démarche de développement, aux intérêts disciplinaires et professionnels différents parmi les utilisateurs du SIRS à implanter, à leur niveau hiérarchique, ainsi qu'aux rapports de force entre les différents départements présents dans l'organisation du «client». Ce n'est que grâce à des discussions menées en profondeur que le développeur évaluera le degré d'adéquation entre les situations actuellement figées, comme celles décrites dans les documents inventoriés ou même dans le MCD d'un SIRS déjà implanté, et ces structures qu'il aura identifiées et que tous les acteurs devront finalement reconnaître et adopter.

Afin de parvenir à une modélisation valable, le développeur doit disposer d'une préparation, d'habiletés et de compétences lui permettant d'aborder les relations que ces divers acteurs entretiennent, au niveau conceptuel, envers un même espace d'action. La méthode de dialogue est donc fondée sur l'attitude du développeur. Bien sûr, il sera toujours utile pour lui de maîtriser des techniques d'animation ou de dynamique de groupe⁶¹, qu'il emploiera pendant les séances de modélisation avec tel ou tel groupe d'acteurs reconnus compétents ; toutefois, cela n'est pas essentiel pour lui permettre de répondre à nos catégories de besoins de modélisation (identifiées aux tableaux 3 et 5), ni pour maintenir et faire évoluer le dialogue entre les acteurs.

Parmi toutes les méthodologies disponibles pour le développement de système, on n'a pu en reconnaître une seule qui incorpore une méthode de modélisation basée sur le dialogue, permettant de s'adresser aux acteurs pour tenir compte des aspects contextuels de l'organisation. En fait, chaque méthode de développement technique a des objectifs pratiques différents, et nous

⁶¹ Cela incluant des techniques de négociation, de motivation ou de décision en groupe, ou des techniques assistées (audio-visuelles ou informatiques) pour recueillir des notions ou pour présenter les résultats de remue-méninges.

présumons que la plupart d'entre elles sont déficientes pour inclure des volets méthodologiques issus des sciences sociales et pour couvrir des aspects spécifiques qui débordent la modélisation d'un SI transactionnel ordinaire. D'ailleurs, cela occasionne des échecs amers, des succès mitigés, des effets pervers ou des résistances au changement lors de l'implantation de nouveaux SIRS. Le fait que certaines méthodologies soient inspirées d'une approche systémique n'influence pas notre constat. Néanmoins, la méthode de dialogue étant identifiable à une approche de modélisation conceptuelle⁶², on pourra l'intégrer à une méthodologie existante de développement de système. Ainsi, le dialogue prend sa place parmi les catégories de besoins que nous avons énoncées, à travers la démarche de *développement* de SIRS (voir la catégorie #5, au tableau 5 qui suit).

3.2 UN REGROUPEMENT DES BESOINS SELON TROIS ASPECTS REQUÉRANT LE DIALOGUE

La méthode du dialogue consiste en un ensemble de conditions, de règles et de notions, fondées sur **cinq bases théoriques** autorisant la modélisation des représentations mentales, cognitives et sociales de l'espace d'action d'un «client». Ces théoriques de base, qu'on trouve au tableau 5, sont : expérientielle, informationnelle, phénoménologique⁶³, structurale et systémique.

Ces théories permettront d'aborder les caractéristiques du dialogue entre des acteurs, en tant que **processus qualifié de**: dynamique (et cyclique), dialectique, critique et réflexif. De plus, le dialogue engagé lors d'un processus de modélisation d'un SADRIS doit couvrir **trois aspects** principaux, qui se dégagent de regroupements des concordances entre les théories et les catégories de besoin, détaillées à la section 2.2 . Ces aspects de la modélisation sont les suivants :

1) Le dialogue est mené entre plusieurs groupes d'acteurs qui participent à la modélisation d'un système d'aide à la *décision* pour leur organisation (#4). Ces acteurs pensent, agissent et décident en fonction de *rôles*, de *biais* et de *compétences* différentes (#1 à #3), y compris bien sûr le développeur lui-même, et l'ensemble de leurs avis lui feront voir et saisir la *complexité* des situations qui sont vécues et comprises dans l'organisation (#10).

⁶² Dans ce contexte, on ne doit aucunement confondre avec la notion nommée «dialogue» en informatique, consistant à modéliser le contenu des fenêtres d'interface à l'écran, entre l'utilisateur et l'ordinateur (OLLE *et al.*, 1991: 200).

⁶³ On peut considérer que la psychologie de l'espace est une théorie phénoménologique, or elle demeure au tableau 5 car elle concerne explicitement le troisième aspect «géographique» du dialogue pour la modélisation d'un SADRIS.

Catégories de besoins		Théories de référence					
		Théorie de l'apprentissage expérientiel	Théorie de la structuration	Analyse phénoménologique et structurale	Psychologie de l'espace	Théories et méthodes systémiques	Théories de l'information
1,2	<i>Compétence et biais des acteurs</i>	D	D	D	D	D	D
3	<i>Rôles en contexte</i>	D	D	D	D	D	
4	<i>Processus rationnel de la prise de décision</i>		D	D		D,S	D
10	<i>Complexité des situations et des systèmes</i>	D	D,G		G	S	S
5	<i>Démarche de développement d'un SIRS</i>					S	
6,7	<i>Thèmes et types de données (systèmes opérants)</i>					G,S	S
8	<i>Référence spatiale</i>				G		
9	<i>Échelles des perceptions et de la représentation</i>				G	G	
11	<i>Concentration et diffusion</i>				G		
12	<i>Perception spatiale et représentation cognitive</i>				G		



Intérêt et concordance de la théorie envers cette catégorie de besoins

D

Amas des concordances pertinentes pour le dialogue entre les acteurs

S

Amas de concordances permettant un apport systémique au dialogue

G

Amas de concordances concernant l'aspect géographique de la modélisation

Tableau 5 - Regroupement de synthèse des théories de référence et besoins de modélisation dégageant par amas les trois aspects d'une méthode du dialogue pour développer un SADRS

2) Les notions relevant de l'approche systémique contribuent à satisfaire certains besoins, autant pour la modélisation d'un «système d'information» (SI) que celle des *systèmes opérants*, en appuyant le dialogue entre les acteurs à cet égard. Toutes les données, et en particulier celles du *type socio-économique* (DSÉ; #7), devront être intégrées au SIRS de support en un ensemble systémique, en tant qu'éléments coordonnés de chaque *système opérant* (#6). La modélisation de ceux-ci sera conditionnée par les traitements appliqués de façon systématique sur les données, ainsi que par la valeur que les acteurs accordent aux renseignements et à l'information qu'ils retireront de ces traitements. Même la démarche de *développement* d'un SIRS (#5), puis la modélisation du processus de prise de *décision* rationnelle (#4) ont un caractère systémique, ce qui permet entre autres d'établir le degré de *complexité* qui convient aux systèmes opérants (#10).

3) L'aspect spatio-temporelle est fondamental en géomatique. Le but de l'utilisateur d'un SADRS est de planifier et de décider des aménagements du territoire sous sa responsabilité, dans plusieurs domaines d'intervention qui présentent des relations et une distribution *complexes* dans l'espace géographique. Cela exige de considérer, dans le dialogue, les besoins des divers acteurs envers les types de *références spatiales*, mais aussi leurs modes de compréhension influençant leur *représentation* cognitive de l'espace et toutes les caractéristiques spatiales pertinentes (#6 à #12), ce qui requiert d'apprécier le vocabulaire utilisé par les acteurs pour décrire leurs espaces d'action.

3.3 LA SYNTHÈSE DES CONCORDANCES ENTRE THÉORIES ET CATÉGORIES DE BESOINS

Pour commencer la synthèse des concordances entre théories et catégories de besoins, qui ont donné ces trois aspects en résultat, rappelons que le paradigme du *cycle de vie* est vu comme le modèle de base montrant les efforts à investir pour le développement des SI (DAVIS *et al.*, 1985), en particulier en géomatique. Cette théorie ne correspond qu'à deux catégories de besoins seulement et elle n'apporte rien pour asseoir une méthode de dialogue entre acteurs. Néanmoins, il s'agit d'une façon rationnelle de subdiviser le développement en étapes cohérentes, dans lesquelles certains acteurs identifiables occuperont des *rôles* particuliers (#3) lorsqu'ils sont placés dans le contexte de la modélisation et de l'implantation d'un SIRS. Cela justifie l'idée que les acteurs seraient peu nombreux à contribuer de façon stable tout au long de la démarche complète de *développement* d'un SIRS (#5). Nous avons donc exclu cette théorie à caractère systémique du tableau 5, puisqu'elle n'a plus d'utilité en soi dans la synthèse d'une méthode de dialogue.

Les douze catégories de besoins de modélisation et les neuf théories paraissant au tableau 3 ont été réagencées au tableau 5, afin de regrouper les amas de concordances entre elles. Ainsi, nous avons mis en évidence les concordances pouvant servir d'appui à une méthode de dialogue. Parmi les 67 concordances (62% des possibilités), la moitié seulement ont montré à l'analyse qu'on pouvait y voir un intérêt envers le dialogue, tel que décrit dans toute la sous-section 2.2.3 .

Devant leur grande ressemblance, nous avons fusionné les besoins envers la *compétence* et les *biais* des acteurs (#1 et #2), alors que le petit nombre d'occurrences à propos des *thèmes* et des *types de données* nous fait voir que cette distinction n'est pas pertinente en fonction du dialogue entre acteurs. En ramenant le besoin de saisir la *complexité* des situations et des systèmes (#10)⁶⁴ avec les besoins liés aux acteurs (#1 à #4), un premier amas se dégage très bien et repose sur l'ensemble des théories de référence conservées. Celles-ci passent de neuf à six, les trois théories à caractère systémique étant regroupées, tout comme les deux théories de l'information, compte tenu du faible rapport de cohésion de leurs occurrences. En conséquence de ces regroupements, les 34 concordances du tableau 3 qui supportaient le dialogue furent ramenées à 27 au tableau 5. En observant celui-ci, on distingue trois amas cohérents, correspondant aux trois aspects de la modélisation d'un SADR (chacun étant identifié par une lettre), que nous caractérisons ainsi :

- D - pertinence pour le dialogue entre acteurs (#1 à #3, #10) et les processus de *décision* (#4),
- S - apport systémique au dialogue et à la modélisation des systèmes (#4 à #7, #10), et
- G - apport du dialogue à l'aspect géographique de la modélisation d'un SIRS (#6, #8 à #12).

3.3.1 Le dialogue entre les acteurs et le processus de décision

D'une façon ou d'une autre, toutes les théories traitent de la *compétence*, des *biais* et des *rôles des acteurs en contexte* (#1 à #3)⁶⁵. Le processus rationnel de *décision* (#4) n'a rien à voir avec la psychologie de l'espace ; même si ce processus constitue une des inspirations du *cycle expérientiel* de KOLB (1984), à l'inverse, sa théorie de l'apprentissage n'apporte rien pour mener le dialogue à l'égard des décisions. Aux fins du dialogue, la théorie du système général ne fournit que les neuf degrés de la *complexité* des systèmes (#10; BOULDING, 1956; Le MOIGNE, 1994),

⁶⁴ Il s'agit d'un besoin de la composante des concepts (C), au sens de la sous-section 2.2.2 et du tableau 2.

⁶⁵ Sauf les théories de l'information par rapport aux acteurs, quoiqu'ils aient des rôles de part et d'autre du canal.

dont la reconnaissance aidera les acteurs à préciser le contenu des *systèmes opérants* (#6) qu'ils jugeront pertinents. Mais on peut difficilement compter sur cette théorie générale pour expliciter la complexité des situations sociales imbriquées que vivent les acteurs, dans l'organisation ou sur le territoire. C'est plutôt la «méthodologie» des systèmes souples qui permettrait, semble-t-il, de traiter du *rôle* et de la *compétence* des acteurs (#3 et #1), placés sous contraintes, et dans les processus de *décision* (#4). Quant à la *complexité* des situations (#10), qu'on vient d'évoquer, les théories expérientielles et structurales sont parmi les plus appropriées, contribuant aussi au dialogue autour des processus *décisionnels* (#4). La théorie mathématique de la communication de SHANNON (1949) aborde la question de la *compétence* des acteurs (#1) sous l'aspect des contraintes au codage et au décodage de messages et des contraintes à la capacité d'émission, de transmission ou de réception du canal, donc sur la *compétence* à s'informer ; on y considère les *biais* (#2) comme des bruits constants, soit des filtres à la conception ou à la compréhension du message (revoir la figure 5). L'axe de l'information significative permettra de déterminer avec le «client» le genre d'intrant informationnel (données, information, renseignements ou connaissance) pertinent avec le genre de *décisions* qu'il aura à prendre (#4), au retour de *cycle expérientiel*.

3.3.2 L'apport de l'approche systémique en modélisation

S'en étonnera-t-on, seules les théories systémiques contribuent au dialogue entre acteurs en ce qui concerne la démarche de *développement* d'un SIRS (#4) et la spécification des *systèmes opérants* correspondants (#6). La structuration des *thématiques* de données ainsi que la détermination des rapports entre *types* ou champs de données (#7) sont des activités de modélisation qui gagnent à tenir compte des principes et composantes systémiques, comme la détermination de la frontière entre environnements interne et externe, l'identification des fonctions et des flux entre les éléments de sous-systèmes, la conservation des fins du système, la tendance à l'entropie, etc. Rappelons que le degré de *complexité* des systèmes (#10) est une notion essentielle de la théorie du système général ; cela concerne aussi l'axe théorique de l'information significative, puisqu'il servira au développeur à spécifier le type de flux informationnel dans tout système qu'il modélisera. La méthodologie des systèmes souples traite du processus *décisionnel* (#4) comme d'une fonction de l'organisation, qui est elle-même un système social ; en ce sens, le dialogue portera sur la position relative des acteurs et leur fonction dans les «systèmes décisionnels» de l'organisation, incluant les processus de rétroaction et de contrôle (ou de suivi).

3.3.3 La modélisation des besoins de représentation spatiale

La dimension géographique de nos besoins de développement de SADR et des systèmes opérants à modéliser est surtout considérée d'un point de vue phénoménologique. La plupart des théories abordent relativement bien ces cinq besoins spatiaux, particulièrement à titre d'axe dans la théorie de la structuration de la *complexité* (#10; GIDDENS, 1984; KELLERMAN, 1989). Mais seule la théorie de la psychologie de l'espace (MOLES & ROHMER, 1978) procure un cadre conceptuel cohérent qui permette au développeur dialoguant avec d'autres acteurs d'aborder ces considérations spatiales. Certaines catégories de besoins sont identifiables aux méta-données de représentation géométrique ou topologique (comme l'*échelle* (#9) et les *référents spatiaux* (#8); revoir le tableau 2) mais toutes constituent des concepts que le développeur doit bien maîtriser pour modéliser le contexte et la composition des entités d'intérêt dans l'espace géographique.

Les degrés de complexité des systèmes (BOULDING, 1956) peuvent être compris comme une échelle dans laquelle des espaces plus ou moins complexes s'emboîtent. Mais c'est plutôt à l'égard du degré de précision dans les détails, lors de l'analyse des composantes et fonctions d'un *système opérant* (#6), que nous rattachons la théorie des systèmes à notre besoin d'*échelle* de perception et de représentation (#9). Avec les méthodologies systémiques, on produit des modèles graphiques qui sont des extraits de la réalité, à des degrés de résolution suffisants pour décrire certaines relations explicites, comme les flux entre les unités fonctionnelles d'un système ; ce qui se passe dans un simple rectangle illustré au modèle (ce qu'on appelle parfois une «boîte noire») peut toujours être détaillé si nécessaire. Mais le modélisateur tente de produire une représentation panoptique, dont l'ensemble possède un même degré de précision et de profondeur: une «échelle».

3.4 LES CONDITIONS DE LA MÉTHODE DU DIALOGUE

La méthode du dialogue appliquée par un développeur pour mener à bien la modélisation d'un SIRS n'est pas directe ni linéaire, mais composite et adaptable aux circonstances. Selon ses habiletés et son expérience en la matière, le développeur en usera au moins de façon sporadique et technique, comme pour administrer des tests expérimentaux aux acteurs ou comme une grille d'interprétation de situations complexes particulièrement difficiles à comprendre et à modéliser. Même sans rattacher son action à une théorie définie, il a souvent recours à de tels procédés

heuristiques. Or l'attitude professionnelle préconisée pour le développeur est d'assimiler les éléments et les relations congruentes parmi les cinq bases théoriques retenues, pour s'y référer de façon méthodique et pour guider son action, lors de la préparation de dialogues structurés tout au long de ses démarches de développement d'un SIRS. Les conditions d'utilisation des divers concepts et notions vont varier d'après les besoins des groupes d'acteurs identifiés, leur niveau hiérarchique de décision, les sortes d'analyse à effectuer et les étapes de la démarche. Nous considérerons d'abord les prérequis de la situation propre au développeur, en tant qu'acteur engagé dans la démarche de développement. Puis, pour l'essentiel de la méthode de dialogue, nous discuterons de cinq formes d'analyses appliquant des caractéristiques essentielles des cinq bases théoriques déjà vues (revoir le tableau 5). Nous nous restreindrons toutefois aux conditions rencontrées en amont, celles couvrant la modélisation conceptuelle des données et le prototypage.

3.4.1 Les prérequis du développeur géomaticien

Le développeur de SIRS est couramment un acteur collectif, une équipe dont les membres ont des profils variés, mais liés à la géomatique. Considérons donc un géomaticien typique. Cet expert de la mesure, de la modélisation et de la représentation de l'espace, est par conséquent un professionnel qui emploie des outils et des instruments technologiques permettant d'accomplir toute modélisation des représentations de ses clients, utilisateurs de l'espace. Bien que formés normalement en cartographie ou en sciences géodésiques, on trouve en réalité des géomaticiens provenant de toutes les professions ou disciplines concernées par l'espace ou l'environnement (revoir le tableau 4), ainsi que du génie, de l'informatique ou même des sciences administratives.

Cela met en évidence la potentielle variété de compétences et de biais des développeurs, et on comprend aisément, dans ce contexte, la difficulté d'adaptation qu'ils ressentiront devant une diversité tout aussi grande de clients. Malgré qu'il ne s'agisse pas d'un type homogène d'acteurs, les développeurs de SIRS devraient tous avoir une solide capacité à percevoir un large éventail de situations spatiales et à bien les représenter. Même s'ils connaissent les structures physiques ou géométriques de données dans les SIRS à développer, et s'ils savent évaluer les critères de validité des données géo-référencées et des méta-données à y intégrer (par exemple l'échelle; #9), ils semblent en général moins performants pour apprécier les *représentations cognitives* et les

perceptions spatiales (#12) de leurs clients, ni les *types de données* (#7) qui sont délicates à mesurer ou à capter, comme les DSÉ. La méthode du dialogue relève en fait d'une approche participative dite «socio-technique» de développement (MUMFORD *et al.*, 1985) de SIRS, qui permet justement d'identifier les besoins de représentations spatiales du «client», de critiquer celles déjà usitées dans son organisation et d'en faire ressortir d'autres plus rares ou plus confuses. Dans le cas d'un SADR, le développeur doit bien saisir les processus décisionnels et les besoins représentationnels des acteurs d'une organisation envers l'application des décisions sur le territoire.

Pour entreprendre une modélisation conceptuelle, le développeur doit avant tout assimiler les fondements de la *théorie systémique*, ainsi que les éléments techniques et opératoires d'une ou deux méthodologies de développement de SI, par exemple : *MERISE* (TARDIEU *et al.*, 1986; COLLONGUES *et al.*, 1987). Il n'est pas vraiment utile d'en maîtriser plusieurs, puisqu'elles consistent généralement en des procédures qui obéissent à une logique semblable, comme le paradigme du *cycle de vie*. Elles sont plus ou moins interchangeables (BOULET, 1993), comme d'ailleurs les formalismes de modélisation d'un même type (par exemple : Entités/Relations). Mais il faut demeurer ouvert aux propositions des acteurs ou d'autres collègues, ce qui peut provoquer des extensions nuancées à la méthodologie ou au formalisme qu'on maîtrise, afin de mieux coller à des besoins qui évoluent. En ce cas, le terme «méthodologie» recouvre autant des procédures méthodiques élaborées pour des fins ou des produits particuliers, tel qu'un SI (OLLE *et al.*, 1991), qu'une méthode complète et articulée de modélisation conceptuelle comme les systèmes souples (CHECKLAND, 1981, 1990). On retrouve dans la systémique tous les éléments pour modéliser des *systèmes opérants* spatiaux (au sens de la théorie de la structuration de GIDDENS, 1984), comme par exemple les systèmes urbains en géographie. Nombre d'entre eux permettront aussi d'encadrer le dialogue entre les acteurs et de préparer des représentations pertinentes de la structure de l'organisation. Pourtant, nous ne nous attarderons plus aux éléments de la théorie des systèmes puisqu'ils sont réputés connus des développeurs de SI, du moins chez les francophones.

Le développeur, c'est-à-dire chaque membre de l'équipe de développement de SIRS, doit bien connaître les particularités de son propre *style cognitif*, avec le détail de ses compétences issues d'apprentissages expérimentiels de toute sa vie professionnelle, souvent dans plus d'un champ

d'activités. Il est essentiel qu'il se soumette à divers tests psychométriques, comme celui de KOLB (1984) - disponibles en counselling. Il doit reconnaître ses forces et faiblesses concernant ses aptitudes, ses habiletés et ses activités privilégiées ; il doit identifier les étapes détaillées des *cycles expérientiels* qu'il préfère poursuivre, pour pratiquer sa profession à l'aise et apprendre à partir des situations qui se présentent. Il aura avantage à répéter ces tests régulièrement (à chaque année), car son activité de développement de SIRS, qu'il ait utilisé le dialogue avec méthode ou non, constitue en soi un processus d'apprentissage qui, immanquablement, fera évoluer son style cognitif au gré d'activités soutenues avec les divers groupes d'acteurs qui composent sa clientèle. Les modifications de style sont rarement radicales, mais un développeur consciencieux doit se connaître et savoir s'ajuster, en sachant repérer ce en quoi il est sensible au changement et ce sur quoi il devrait faire porter ses efforts pour mener des cycles expérientiels de modélisation complets, et mieux structurés. Bien au fait de ses propres *biais* (#2), il pourra d'autant mieux les gérer, soit en les valorisant dans ses échanges avec le «client» pour équilibrer la dynamique de leur dialogue (eu égard aux biais de chaque acteur), soit en pratiquant la «mise entre parenthèses» phénoménologique (MUCCHIELLI, 1983) pour que ses biais n'influencent pas ce dialogue.

Le développeur, en tant qu'acteur collectif, doit être conscient de ses forces et ses faiblesses expérientielles. Chaque membre aura à subir les mêmes tests pour qu'on apprécie le degré d'homogénéité de l'équipe (car on ne peut se contenter de la supposer), ainsi qu'identifier le rôle de chacun tout au long de la démarche de *développement* (#5). En effet, rares sont les individus qui participent à toutes les étapes d'une démarche, et il importe que tous les membres de l'équipe de modélisation interagissent bien avec les divers groupes d'acteurs, qui seront leurs vis-à-vis hiérarchiques ou fonctionnels dans l'organisation. Les membres de tout groupe occupent des degrés de profondeur et une échelle particulière sur les axes de structuration de l'organisation, selon leur *rôle* (#3), leurs *compétences* propres (#1) et leur degré d'appartenance.

Le fait d'avoir recours à une méthode de dialogue, en complément indispensable d'une méthodologie de développement de système d'information (SI), devrait être clairement exprimé au mandat confié par le «client» au développeur. Celui-ci devra donc être en mesure d'expliquer au préalable les points importants de la méthode qu'il entend suivre et ce en quoi consistera

l'application d'éléments spécifiquement choisis. Le «client» doit être en position de comprendre les raisons, théoriques et pratiques, pour lesquelles cette méthode devrait permettre de réaliser une modélisation des plus efficaces et plus conforme à ses besoins. En revanche, il admettra aussi que cette méthode implique que le développeur veuille connaître les *biais*, professionnels et autres (#2), des acteurs de son organisation ainsi que les *compétences* (#1) qu'on requiert d'eux, surtout à propos des aspects de la *référence* et de la *représentation spatiales* (#8, #9 et #12).

Les biais ne sont pas nécessairement négatifs et on ne demande pas de les éliminer, comme s'il s'agissait d'un simple bruit dont on veut se débarrasser pour obtenir un message consistant et complet de la part d'un acteur. Selon une approche systémique des rapports entre acteurs, des biais peuvent être compris comme un résultat des fonctions de l'organisation, dont certains sont assurément entropiques, mais qui peuvent aussi s'entretenir comme des dialectiques entre certaines fonctions concurrentes, s'annulant ou se compensant à la longue, ou d'autres se combinant heureusement pour entraîner des dynamiques de collaboration. Un biais sera alors compris comme étant une composante de la distance cognitive entre les acteurs et envers le développeur. Or pour tout acteur, les biais sont nombreux, et on peut en identifier certains à l'aide de chacune des cinq théories retenues, grâce auxquelles on peut au moins poser des hypothèses de départ sur ce en quoi ils consistent. Le recours à diverses théories permet alors de contourner les difficultés d'appliquer des tests expérimentaux ou des analyses phénoménologiques à tous les acteurs concernés dans l'organisation, ce qui s'avérerait compliqué et pourrait entraîner des effets pervers lorsque ces tests sont perçus négativement ; cela serait même impossible avec les acteurs externes⁶⁶, comme les futurs exécutants des décisions sur le terrain. Ainsi, le développeur ne pourra pas atteindre directement un degré de profondeur aussi précis qu'il l'aura fait envers lui-même, en tentant de reconnaître les *biais*, la *compétence* et les *rôles* des divers acteurs (#1 à #3). Mais il les recomposera d'après le *cycle expérientiel* (KOLB, 1984), le degré de *complexité* ou de profondeur culturelle (#10; BOULDING, 1956; MUCCHIELLI, 1984), les axes structurels d'organisation (GIDDENS, 1984), leur phénoménologie de l'espace (MOLES & ROHMER, 1978; revoir le tableau 4) et leur accès à l'information décisionnelle (#4; FORRESTER, 1961).

⁶⁶ On entend par «acteurs externes», au sens systémique, ceux qui sont quand même impliqués dans les activités de l'organisation: fournisseurs de données, collaborateurs contractuels ou occasionnels, bénéficiaires des résultats.

En colligeant plus de renseignements, le développeur raffindra les hypothèses sur les biais qu'il aura émises d'après ces théories. Si elles semblent concorder avec les résultats d'analyse, il aura une appréciation claire et détaillée des biais et des compétences de divers groupes d'acteurs, dans l'organisation ou vis-à-vis son espace d'action ; cela lui permettra d'en tenir compte avec justesse pour les isoler et les exploiter au mieux, ou au contraire s'en distancier, voire les contrer.

3.4.2 Les analyses préparatoires et de support au dialogue

Dès la première phase de la démarche de développement d'un SIRS (et conséquemment d'un SADR), soit la modélisation conceptuelle, la méthode du dialogue requiert de procéder à cinq formes d'analyse, qui puisent leurs principes caractéristiques des cinq bases théoriques. Les deux premières analyses font déjà partie de la démarche habituelle de modélisation. La présentation détaillée qui suit procède par regroupement théorique des formes d'analyse, qui sont :

- l'inventaire et l'analyse systémique de la situation existante dans l'organisation du «client»;
- l'analyse critique de ses besoins en informations, représentations et décisions spatialisées;
- l'analyse expérientielle de ses caractéristiques professionnelles dans son champ d'activités ;
- l'analyse expérientielle et phénoméno-structurale de la situation des groupes d'acteurs ;
- l'analyse phénoménologique et systémique de son espace d'action et de ses représentations.

3.4.2.1 L'inventaire de l'existant et l'analyse des besoins

L'inventaire préalable et l'analyse de la documentation existante sont toujours nécessaires, que celle-ci porte sur le mode organisationnel, sur le système d'information (SI), sur les flux opératoires effectifs et sur les processus décisionnels du «client» envers le territoire. Mais cela est nettement insuffisant dès que le mandat du développeur dépasse la simple reproduction de la situation actuelle, ou à tout simplement rationaliser le SI existant. Cet inventaire constituera de plus un corpus qui sera réutilisé lors d'analyses subséquentes⁶⁷. Pour effectuer l'inventaire et l'analyse de l'existant opérationnel, organisationnel, représentationnel et décisionnel, le développeur tirera profit d'une approche systémique pour modéliser les diverses facettes de l'organisation.

⁶⁷ S'il y a contradiction entre documents, ou lorsqu'ils montrent une évolution temporelle peu explicite du contenu, l'analyse phénoménologique de ce corpus s'avérerait très utile pour identifier les structures invariantes sous-jacentes.

Du même coup, cela permettra de réviser cette documentation avec les acteurs aux divers niveaux hiérarchiques du «client». Aussi, le développeur gagnera à la synthétiser selon un formalisme qui ne s'avère pas incompatible avec ce qu'il entend utiliser ensuite pour la modélisation conceptuelle des données, afin de ne pas confondre le client inutilement. Ces modèles systémiques seront la base de discussion pour les analyses ultérieures, tout en faisant ressortir le degré de satisfaction et d'adéquation face aux besoins actuels et prévus, ainsi que les raisons du «client» d'en changer. De plus, ils révéleront précisément les fonctions de l'organisation, les *systèmes opérants* (#6) qui concernent sa mission d'aménagement du territoire et les groupes d'acteurs qui y participent.

Après les négociations spécifiant le mandat et après l'analyse de l'existant inventorié, le dialogue entre le développeur et son «client» s'engage vraiment avec l'analyse critique des besoins informationnels, donc des besoins en regard d'un nouveau SI: développer un SIRS ou même un SADRS. D'abord, pour chaque élément discuté, ce sont les acteurs des groupes directement concernés qui participent au dialogue, ce qui permet de s'écarter d'un discours d'allure «officielle» qui correspond peut-être à ce qui fut retrouvé dans la documentation, mais moins à la situation vécue, même aux instances élevées de la planification et de la décision stratégiques. Ensuite, l'étude de l'information qui est requise dans l'organisation, et de la façon dont elle circule entre les acteurs dans leurs opérations et leurs décisions, permettra au développeur et au «client» de percevoir ensemble les déficiences des modèles ou diagrammes de mouvements des données à travers le SI actuel, s'ils existent, et même d'en circonscrire certains points de dysfonctionnement.

On mènera cette deuxième analyse des flux de données et de la circulation d'informations après avoir fait une mise au point terminologique avec le «client», en se rapportant à l'axe de l'information significative. Il s'agit de bien s'entendre avec lui sur le sens de mots comme «données», «renseignement», «information», «connaissance» et «décision», qu'on trouve employés indistinctement ou métaphoriquement dans la documentation et dans le langage parlé des acteurs, souvent mêlés à diverses expressions. Lors d'un dialogue minutieux, qu'on ne peut confondre avec une séance de remue-méninges - dont le but de lancer des «associations libres» est très différent - ces distinctions autorisent une modélisation précise des aspects informationnels de l'organisation : ce qui circule effectivement et ce qui sera vraiment requis du SADRS par le «client» décideur. Ainsi, obtenir des renseignements bien identifiés nécessitera l'application de traitements adéquats sur des données définies, au moment opportun. Les informations pertinentes ne serviront pas

toutes comme ingrédients dans l'élaboration et la prise des décisions stratégiques. On constatera plutôt qu'une foule de petites décisions opérationnelles paraissent comme autant de manifestations de l'*intension* de l'acteur à privilégier certaines données, à spécifier leur recoupement pour obtenir des renseignements précis et à reconnaître quelle est l'information pertinente dans sa situation.

On s'apercevra aussi que les connaissances accumulées par les acteurs eux-mêmes, dans leur mémoire et dans leur pratique, rendent tout à fait inutiles la cueillette ou la conservation de certains *thèmes* de données (#6 et #7) dans le SIRS parce que, d'après leur expertise, ils ne sauraient qu'en faire. De manière analogue, lors du dialogue, une mise en garde et une analyse critique pourront être faites à propos des représentations sociales sous-jacentes dans l'organisation et des *représentations spatiales* (#9 et #12) que les acteurs ont développées concernant son espace d'action ; on suppose qu'elles seraient partagées par tous les acteurs. Toute cette compréhension des besoins représentationnels et informationnels, fonctions premières du SIRS, aura une incidence directe sur la modélisation conceptuelle des données ; comme ce n'est pas toujours explicite, le développeur préférera découvrir les surprises à ce sujet au début de la démarche.

3.4.2.2 Les analyses expérientielles

Pour le développeur, l'identification du *style cognitif* du «client» s'avère une analyse expérientielle plus compliquée que pour le sien propre. En effet, il faut recommencer à chaque «client» et à chaque nouvelle démarche de modélisation d'un SIRS. Le «client» typique se compose de divers groupes d'acteurs, réputés compétents lorsque leurs activités professionnelles se tiennent dans les limites du champ d'activités et du mandat de leur organisation. Ils exercent sur des portions de territoire qu'ils connaissent bien, et ils sont qualifiés pour décoder les indices structurant leur espace d'action et qui en constituent leurs *représentations cognitives* (#12).

Une des premières activités de la méthode du dialogue consistera à administrer un test expérientiel à chaque acteur, le plus tôt possible dans la démarche de modélisation. On pourra établir le profil typique des habiletés et compétences de chaque groupe d'acteurs (considéré comme homogène, mais sans qu'on sache jusqu'à quel point), d'après les résultats obtenus de la part de leurs membres, par exemple en se fiant à la composition des groupes identifiés dans l'organigramme du «client». Ensuite, on placera chaque groupe dans le modèle expérientiel (revoir les figures 2, 3 ou 4), aux positions relatives identifiées par KOLB (1984) dans sa théorie. Enfin,

on comparera la distance expérientielle entre les tendances, les habiletés et les compétences de chaque groupe d'acteurs, sans trop insister sur les détails marginaux. On saura alors si l'ensemble des activités de l'organisation - opératoire, informationnelle, représentationnelle et décisionnelle - repose sur un cycle expérientiel complet, bien supporté à chaque phase par au moins un groupe d'acteurs pour ce faire. Une analyse complète inclurait un post-test à la toute fin de la démarche.

Le développeur devra suffisamment assimiler le cadre théorique de la méthode du dialogue pour réussir à bien l'expliquer aux acteurs, avec les liens pertinents entre ces théories et ce qu'on cherche à obtenir en les appliquant dans la démarche de modélisation. Il devra leur assurer qu'ils ne seront pas l'objet d'une expérience subie sous le prétexte de l'implantation d'un SIRS, mais plutôt les convaincre qu'ils seront bien des acteurs impliqués dans un processus d'apprentissage et de développement de leur expérience de vie, portant sur la modélisation d'un SIRS utile à leur organisation. Le but demeure d'établir ce en quoi consiste leur compétence et leurs biais, les habiletés et attitudes qui leur sont expérientiellement acquises et sur lesquelles reposent leurs activités professionnelles en tant que groupe d'acteurs. Cela facilitera la tâche de la modélisation et de l'utilisation subséquente du SIRS en s'ajustant à leurs rôles et fonctions dans l'organisation. Bref, pour mener une modélisation intégrée des données dans le SIRS de support à un SADRS, le développeur a besoin de reconnaître la place que les acteurs occupent dans le *cycle de vie* de développement, dans le *cycle expérientiel* d'apprentissage et dans la *hiérarchie* de l'organisation.

Il faudra aussi avertir les acteurs de l'importance des liens, pour leur décideur qui utilisera un SADRS, entre l'identification de leur style cognitif et la modélisation du SIRS à développer. Puisqu'il n'y a pas de style cognitif anormal en soi, le but de cette partie du dialogue n'est pas de forcer les acteurs à changer de style. Bien au contraire, il s'agit de consolider celui-ci en prenant appui sur leurs habiletés remarquables, afin de rendre les contraintes à leurs activités plus cohérentes envers ces habiletés et aptitudes. Aussi, il s'agira d'en valoriser quelques-unes qui sont éloignées de leur style afin de mieux compléter des cycles expérientiels lors de la réalisation de leurs activités. Cela est crucial car les dynamiques entre groupes d'acteurs, dans un système aussi fermé qu'une organisation, sont déterminées par la distance cognitive entre les styles de ces acteurs ; pareillement, la distance cognitive entre les divers acteurs et le développeur influencera les objectifs et le déroulement de la démarche dans laquelle le dialogue prend place.

Prenons l'exemple de la modélisation de notre cas d'étude tunisien, pour replacer les positions de départ et de destination de la démarche de modélisation et illustrer le chemin réflexif accompli par le développeur et son «client», selon le sens du *cycle expérientiel* (voir la figure 8). Le "Géomaticien"⁶⁸ fut mandaté pour procéder à une "modélisation conceptuelle" des structures représentant les thèmes "socio-économiques" d'un certain espace géographique. Depuis la position de son style cognitif dans le deuxième quadrant *assimilateur*, il a entretenu dès le début un dialogue avec des "Ingénieurs" représentant le «client». Ceux-ci avaient le mandat de doter leur organisation d'un SIRS informatisé ; ces acteurs incarnaient doublement des tendances de style *convergent* (le quadrant suivant). Le dialogue portait d'abord, de façon abstraite et statique, sur l'«inventaire de l'existant», l'«analyse des besoins» et le vocabulaire du corpus décrivant certains *systèmes opérants*. Mais entre autres objectifs, ce SIRS devait supporter un système d'aide à la "prise de décision". Alors, tous les acteurs furent entraînés dans un apprentissage réflexif par le dialogue passant, en parallèle dirait-on, par leurs aptitudes dans tous les quadrants successifs. Ainsi, les besoins de modélisation des Ingénieurs étaient déplacés progressivement de l'«analyse de données quantitatives» vers la «prévision d'options», la «détection d'opportunités» puis la "prise de décision" pour effectuer des aménagements concrets sur le terrain qui «influenceront la vie» des paysans (au quatrième quadrant); voilà justement l'enjeu de modéliser les "données socio-économiques" (DSÉ). Pour sa part, le Géomaticien devait «organiser l'information» et «concevoir de nouvelles méthodes»; le dialogue avec divers acteurs lui permettait de «tester ses conceptions» et de faire l'évaluation critique des "modèles conceptuels élaborés" (autour d'un prototype, par exemple). Ensuite, le cycle du Géomaticien se dédoublait vers le premier quadrant du style *divergent* pour identifier les sources de "collecte des DSÉ" et pour «identifier les problèmes» qu'il y aurait à les utiliser. Un autre dialogue consistait à «montrer aux autorités les conséquences», soit de leurs "décisions prises" sur les bénéficiaires, soit de sélectionner et de modéliser telles DSÉ plutôt que d'autres, au point de «débatte de nouvelles propositions». Dans tous les cas, il faut «obtenir plus de renseignements» afin d'améliorer le "modèle conceptuel de données" (MCD). Quant au cycle du «client» il revenait, à partir de l'axe (tramé) de l'information

⁶⁸ Les acteurs et les objets de recherche entre guillemets droits dans le texte apparaissent en relief à la figure 8; deux objets sont en combinaison avec une activité expérientielle, aux extrémités de l'axe d'information significative, laquelle est tramée; les activités et habiletés du "Géomaticien" y sont en *italique*, dans un cycle plutôt à droite.

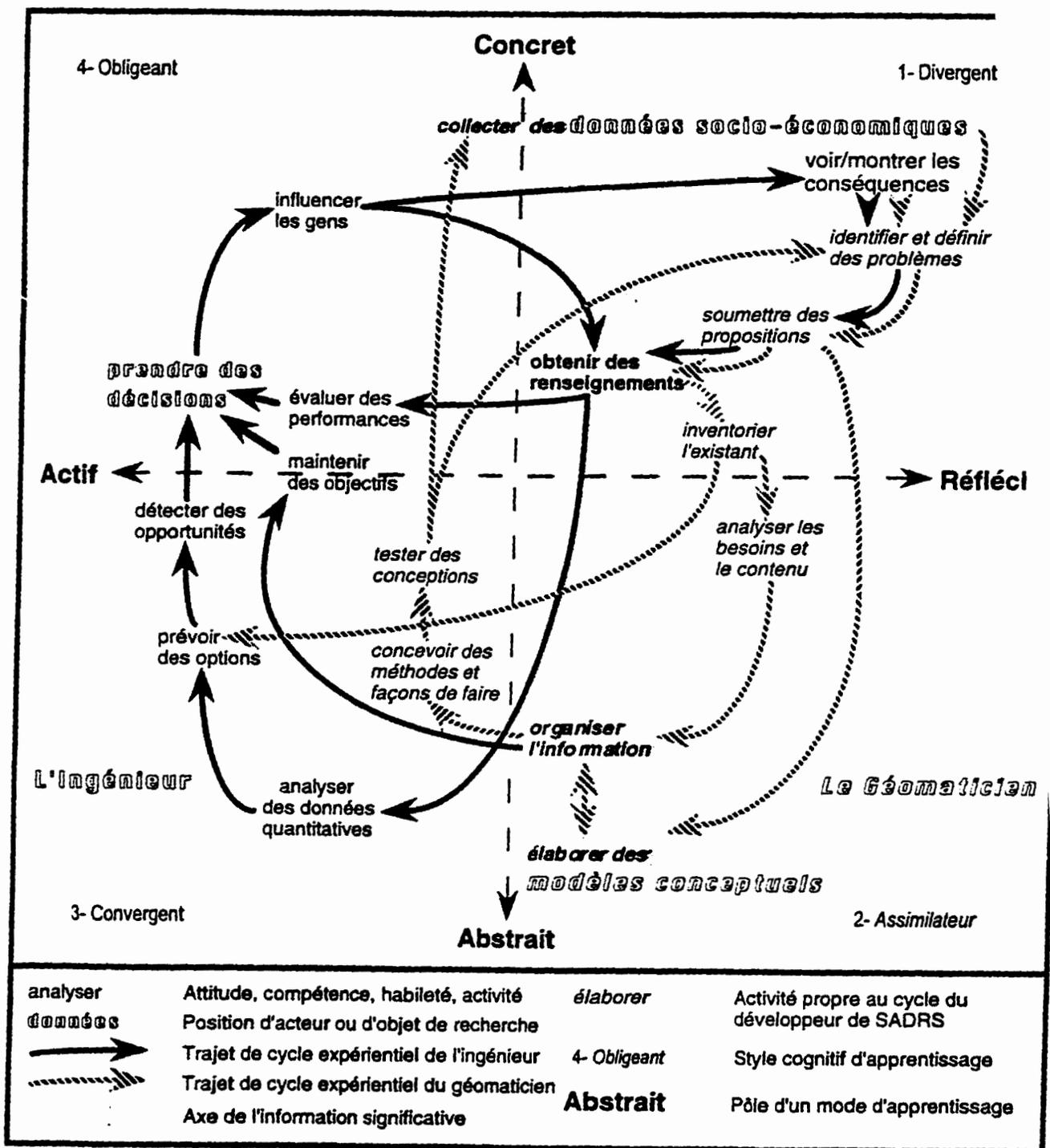


Figure 8 - Exemple d'un dialogue réflexif entre acteurs suivant leur cycle expérientiel en parallèle; les étapes du cycle du géomaticien apparaissant en italique, et l'axe de l'information significative est tramé

Illustration élaborée d'après KOLB (1984)

significative (revoir la figure 6), à ses activités de décideur et d'utilisateur du SADR, soit : l'«analyse des données», le «maintien des objectifs» et l'«évaluation des performances». On voit que ces deux cycles expérientiels complexes ont évolué en parallèle tout en s'interpénétrant par un dialogue maintenu au fil des progrès de leur tâche commune : la "modélisation conceptuelle" intégrant des "DSÉ" pour l'aide à la "décision" à propos des aménagements sur le territoire.

Le développeur peut, au gré de la démarche de modélisation et selon les caractéristiques des acteurs y participant (parfois avec des rôles changeants), maintenir deux attitudes critiques :

- renforcer la position du décideur et modéliser un processus informationnel ou décisionnel qui soit cohérent avec le style cognitif du «client» et la situation organisationnelle ;
- ou bien en accord avec celui-ci, mettre l'accent sur les aspects qu'il maîtrise mal et face auxquels, justement, il aurait le plus besoin d'être renseigné pour gérer l'incertitude envers les situations qui se présenteront sur le territoire placé sous sa responsabilité.

3.4.2.3 Les analyses phénoménologiques, structurales et systémiques

À l'analyse expérientielle, on superpose une analyse phénoméno-structurale de la situation des groupes d'acteurs. Cela concerne d'abord l'attitude du développeur : il doit appliquer la «mise entre parenthèses» phénoménologique dans toutes ses analyses et il verra à la maintenir lors du dialogue avec le «client», puisqu'il est bien au courant de son propre style cognitif. Il aurait donc avantage à posséder les règles méthodologiques et la douzaine d'étapes heuristiques déjà présentées (revoir la sous-section 2.2.3.7 et la figure 7), au même titre qu'il maîtrise une méthodologie de développement de SIRS, ainsi que son formalisme. Ainsi, dès l'inventaire pour constituer un corpus (revoir la sous-section 3.4.2.1) et les premières analyses de l'existant et des besoins de son «client», il préparera une matrice des significations. Pour ce faire, il déterminera les niveaux de profondeur contextuelle présents dans l'organisation, c'est-à-dire les niveaux culturels de cette structure sur lesquels se jouent les relations et les discours entre les acteurs. Mais il est d'abord nécessaire de saisir, parmi les cinq **contextes** spécifiques, lesquels sont valables pour analyser la situation à modéliser. Rappelons que ces contextes, ou invariants fondamentaux, sont : le dialogue entre les acteurs, leur culture, leur situation sociale relative, l'espace et le temps (MUCCHIELLI, 1983: 24). Ces dimensions sont autant d'axes de structuration de l'organisation, mais aussi des axes permettant d'analyser chacun des *systèmes opérants* (#6) dont les éléments seront portés au modèle conceptuel de données (MCD).

Par conséquent, en tant que conditions de la modélisation, on repérera sur ces axes ou contextes quelles échelles sociétales et spatiales s'appliquent aux divers groupes d'acteurs, selon leurs fonctions dans l'ensemble de leur structure organisationnelle, et aussi en référence à l'espace d'action du «client» et à l'environnement de son organisation (voir la sous-section 2.2.3.2). Selon l'échelle de chaque axe, le domaine des valeurs et notions possibles dans une situation délimitera le champ du dialogue entre les acteurs. Pourtant, on doit faire attention de ne pas considérer l'axe (ou dimension) spatial en tant que contexte général de tous les autres, même à propos des DSÉ par rapport aux données géo-physiques. La façon la plus simple de traiter de la complexité d'une structure est de considérer des paires de dimensions contextuelles selon une dualité réflexive de *contexte* et de *composition* ; l'effet dialectique des tendances compensatoires à la *concentration* et à la *diffusion* (#11) sur ces paires donnera un modèle structural et dynamique de la situation.

Ensuite, le développeur doit constituer un **corpus** étendu, pertinent et si possible complet de la documentation dans l'organisation, afin d'en faire l'analyse phénoménologique et structurale. Les documents d'intérêt pour la modélisation concernent l'information spatiale, les représentations de l'espace d'action et les processus de décision qui en découlent. Cela comporte des diagrammes, organigrammes, directives et protocoles, ainsi que les modèles opérationnels déjà implantés. On ne se fiera pas qu'aux documents et exemples remis par la direction du «client» (bref, par un seul acteur) au moment d'accorder le mandat. Il faut obtenir l'autorisation d'accéder à la documentation des niveaux techniques et opérationnels, c'est-à-dire en terme expérientiel, à tout ce qui établit les notions et le vocabulaire qui sont utilisés par des acteurs ayant un style cognitif plus *concret* dans l'organisation. La lecture et l'analyse de ce corpus documentaire seront complétées par les notes et les enregistrements pris lors des rencontres avec chaque groupe d'acteurs.

L'analyse phénoméno-structurale vise à dégager la structure sous-jacente aux situations vécues, celle qui détermine les *systèmes opérants* ou les systèmes d'action du «client», lesquels en sont des manifestations plus faciles à observer. Bien sûr, tous les systèmes (sociaux, physiques ou bio-climatiques) n'apparaissent pas comme les occurrences des mêmes structures ; mais on doit retracer celles-ci pour découvrir ce que les systèmes signifient pour les acteurs qui perçoivent et vivent les situations. Par exemple, on traitera de la structure foncière d'un pays, puis des systèmes opérants de propriété, de tenure, de production, de financement et d'irrigation qui en dépendent.

Pour décrire une structure, on dresse une **matrice structurale**, en comparant le contenu des documents du corpus avec le discours des acteurs (revoir la sous-section 2.2.3.7) et même avec le MCD formalisé, à la fin. À l'aide de la matrice, on restitue quasiment la totalité des éléments producteurs de signification, bien qu'ils ne soient pas de même niveau lorsque pris seuls ou en groupe. La matrice n'est pas elle-même un document complet et final, mais bien un instrument du dialogue entre les acteurs, qui évoluera - jusqu'à faire partie d'un rapport de modélisation. En phénoménologie, on ne cherche pas une «vérité objective» ni quelque relation causale car, ce qui est crucial, c'est d'établir les significations que les acteurs accordent aux situations. Ainsi, lors de la modélisation de chaque *système opérant*, la matrice servira au développeur à préciser les notions et les phénomènes fondamentaux d'une situation et à faire évoluer la description détaillée des entités et relations qui ont une signification stable et équivalente pour l'ensemble des acteurs liés à cette situation, dans leur contexte et selon leur perception de l'organisation ou du territoire.

On appliquera la règle phénoménologique «des variations» aux éléments de la matrice, pour distinguer s'il s'agit d'invariants. Un invariant est un élément social ou culturel, qui est essentiel et fondamental dans une situation ou une relation qu'il sous-tend ; c'est aussi ce qu'on peut identifier comme une entité fixe parmi plusieurs systèmes. La confrontation d'invariants en d'autres contextes ou circonstances, ou une discordance entre leurs définitions données par des acteurs, pourtant tous compétents, provoquent une redistribution des éléments dans la matrice ; il faut alors reconstituer la signification globale de la situation. On en identifie deux sortes : les invariants de la situation définissent le **contexte** fondamental de la structure, alors que les invariants de la conduite des acteurs structurent la **composition** de la situation. Au niveau du contexte organisationnel, les invariants sont plus stables que les perceptions, les représentations et les interprétations individuelles. En effet, elles sont soumises à des biais personnels, à des rôles professionnels et à des situations paradoxales qui enferment des acteurs dans un dilemme (une double contrainte) qui affecte leur conduite et leurs communications. Voilà pourquoi il faut savoir «mettre entre parenthèses» les explications des divers acteurs, afin de pouvoir en discuter. L'analyse sémantique sera alors utile pour assimiler le contenu du corpus et animer le dialogue. Toutefois, la modélisation des entités, des attributs et des relations d'un système opérant décrit au dictionnaire des données n'est pas qu'une question de vocabulaire. Le développeur cherchera des définitions recouvrant toute la réalité complexe qui compose un phénomène et son contexte.

La modélisation systémique de la situation sous la forme du MCD d'un SIRS, effectuée par le développeur grâce à la matrice phénoménologique et structurale, donnera une description fiable des entités et des relations en respectant l'opinion de l'ensemble des acteurs concernés. Quant au décideur finalement, il procédera sur le SADRIS à des analyses par des variations d'une tout autre sorte : les simulations, les situations changeantes sur le terrain et les réactions que les interventions décidées auront provoquées sur le territoire. Mais on retiendra qu'en tant qu'objets de méthode, les variations sur les éléments de la structure à modéliser sont identifiables aux occurrences possibles des entités et des relations dans un SIRS. Avec l'analyse phénoméno-structurale, le développeur comme le décideur disposent, chacun pour des fins différentes, de règles méthodologiques et de notions théoriques afin de remplir pleinement leur rôle respectif face à la perception d'autres acteurs en situation, et à la représentation structurée de situations .

3.4.3 Le dialogue expérientiel et sa préparation organisationnelle

Le dialogue est l'un des cinq invariants fondamentaux d'une situation (MUCCHIELLI, 1983: 24) et l'une des six caractéristiques fondamentales de l'apprentissage expérientiel (KOLB, 1984: 29-31). Le but du dialogue est que les acteurs énoncent leurs représentations et leurs besoins, au delà de leur situation existante, des termes convenus au mandat, du corpus inventorié ou même des premiers résultats figurant à la matrice. La méthode du dialogue est un processus continu et alternatif consistant à mener des séries d'entrevues semi-directives, en ayant préparé à l'avance des questions thématiques pour en discuter et en débattre avec divers groupes d'acteurs. Cela inclut des boucles de rétroaction, comme celles requises pour élaborer la matrice ou encore la technique du prototypage récursif utilisée pour développer un système d'information (SI).

Le dialogue est une situation sociale structurée, où les acteurs doivent être *coprésents*, même si cela est médiatisé à travers des modes de communication audio-visuels ou électroniques, en temps réel ou différé. Les acteurs coprésents sont obligatoirement entraînés dans un processus de compréhension mutuelle et d'apprentissage collectif, soit par le changement que provoque la démarche de développement du SIRS sur leurs perceptions, soit par le fait de «négocier» la modélisation des systèmes opérants ou des processus décisionnels. Le dialogue orchestré par le développeur visera à faire partager par les acteurs les significations engendrées par leur espace d'action, en référant particulièrement à celui de leur organisation. Puisque la démarche qui

requiert le dialogue est nécessairement participative, on devra donc obtenir au préalable la reconnaissance mutuelle du rôle, de la compétence et des biais de chacun par les autres acteurs impliqués. Le développeur qui anime le dialogue, lui aussi en tant que participant, vérifiera directement sa perception des situations exprimées par les répondants, la confrontant avec sa compréhension préalable de la problématique discutée. En relevant ce qui est confus ou ce qui semble faussement «aller de soi», il préparera des entrevues ultérieures et, à la longue, il apprendra à distinguer entre l'essentiel, l'utile, le désirable et le superflu. Tout comme certains aspects des analyses préparatoires et de support qu'il a faites et comme la technique du prototypage, le dialogue expérientiel entre acteurs est un processus qu'on peut qualifier de :

- *dynamique* : c'est-à-dire qu'il est à la fois cyclique (au sens expérientiel du terme), formé de nombreuses boucles de rétroaction, et fait d'interactions, de relations d'échanges et de rappels entre les acteurs qui voient leur rôle évoluer tout en apprenant de leur situation ;
- *dialectique* : selon les rapports à la base de la théorie expérientielle (revoir la figure 1a), les acteurs dont le rôle comporte une tendance marquée devront argumenter et confronter leurs contradictions et leurs attitudes dans l'action avec les tendances des autres acteurs ; il n'est pas question de parvenir à un dénominateur commun ou à une médiation emportant le consensus à tout prix - ce qui n'est qu'une neutralisation mutuelle et stérile - mais à une synthèse reconnaissant la valeur des divergences entre groupes d'acteurs ;
- *critique* : cet aspect de méthode consiste pour le développeur à questionner le discours et les conduites sociales des acteurs, jusque là confortés dans leur rôle et leurs compétences, afin d'en révéler les failles logiques, les zones grises et les vides notionnels, les fausses évidences, les métaphores, les contradictions et les dédoublements ; le développeur, en entrevues et lors des suivis, puis dans le contexte de la modélisation, «forcera le choix» des acteurs à changer, à apprendre et à poursuivre le cycle expérientiel dans lequel s'effectue la démarche entière de développement d'un SI ; cela impose des difficultés critiques à chaque groupe d'acteurs, dues à leur incompétence face à certaines aptitudes ou habiletés propres à des styles cognitifs qui leur sont distants, ou même contraires ;
- *réflexif* : par les questions et les explications échangées, chaque groupe d'acteurs renvoie aux autres la perception qu'il a de leur condition d'acteurs dans la situation ; la réflexion mutuelle oblige chacun à comparer sa situation avec celle reconnue antérieurement, avec les situations futures anticipées, et avec la situation évoluant chez leurs collaborateurs.

Après avoir décrit et qualifié cette méthode de dialogue, le développeur s'en servira tout au long de la démarche de modélisation, en la faisant comprendre à chaque groupe d'acteurs participants. Ainsi, les acteurs pourront dénouer la complexité de leurs habiletés et intérêts, des distances cognitives entre eux, ainsi que des progrès réalisés en commun par la combinaison de leur cycle d'apprentissage expérientiel poursuivi en parallèle. Face à la variété des compétences et des points de vue développés par les expériences professionnelles différentes, le contrôle constant par le modélisateur de l'échelle et de la complexité des situations discutées est donc primordial pour maintenir la cohésion interne du dialogue. Mais il ne peut le faire seul dans une organisation nouvelle pour lui ; habituellement, on constitue un comité de planification ou de pilotage pour encadrer de l'intérieur la démarche de développement de tout SI. Cependant, même dans un tel comité de «représentants» de quelques groupes d'acteurs, souvent de niveau stratégique ou encore lié au service responsable du SIRS de support du SADR, la communication n'est pas facile et les informations échangées ne sont pas accessibles ou assimilables du premier coup. Là aussi, on doit composer avec les biais personnels, les contraintes professionnelles, les niveaux hiérarchiques et les distances de compréhension mutuelle.

D'autre part, on doit surtout éviter d'établir un comité de pilotage qui, en fait, constituerait un nouvel acteur. Son rôle n'est pas de négocier le contenu du SIRS ni de procéder à sa modélisation mais consiste plutôt à épauler la démarche du développeur et à y intégrer les perceptions des acteurs. Toutefois, on appliquera certains aspects de la méthode du dialogue au fonctionnement du comité et aussi pour contrôler les résultats d'entrevues avec les acteurs. En effet, sa tâche consistera à identifier les divers groupes d'acteurs concernés qu'on doit impliquer, à examiner les versions successives de la matrice des situations, à planifier et à administrer les salves d'entrevues et à évaluer l'évolution du modèle conceptuel de données (MCD) et du prototype du SIRS, s'il y a lieu. Donc, le comité de pilotage répondra avec le développeur de toute la démarche de modélisation, parce que ses membres y auront participé du début à la fin, ce qui sera rarement le cas de tout autre groupe d'acteurs (quoiqu'il s'agira parfois des mêmes gens). À ce sujet, on considère généralement que le partage des responsabilités entre les acteurs fait en sorte que les compétences sont réparties de façon efficiente dans l'organisation ; le comité de pilotage constatera si leur spécialisation professionnelle dans l'organisation est adaptée à leurs responsabilités organisationnelles et aux flux d'information dans les processus décisionnels.

Les rôles des acteurs varient selon les diverses étapes du *cycle de vie*, autrement dit celles de la *démarche* de développement - même le développeur est un concepteur au début, mais plutôt un technologue ensuite, et il ne sera jamais un agent ni un bénéficiaire de l'organisation. Cela a une incidence directe sur la poursuite du dialogue. Toute forme de distance cognitive entre acteurs est nécessaire afin que le dialogue de modélisation s'établisse et soit utile au développeur, et ces différences entre acteurs doivent être reconnues. Le dialogue est plus stratégique en amont de la démarche, devenant ensuite plus procédurier et opératoire à chaque génération de prototype. Il faut donc redémarrer le dialogue à chaque étape, souvent avec des acteurs impliqués dans le processus qu'une seule fois, ou qu'à un seul titre. C'est pourquoi, à moins d'indications de procéder autrement ou de directives plus précises émanant du «client», l'ensemble des dialogues en entrevue gagnerait à se dérouler en suivant une ou quelques unes des suites logiques suivantes, lors de chaque ronde d'entrevues, de cycle de modélisation du SIRS ou de prototypage :

- de haut en bas de la structure hiérarchique de l'organisation du «client» ;
- selon l'ordre d'implication des groupes d'acteurs principaux, internes et externes, qui sont identifiés comme étant directement concernés par la démarche de développement ;
- en plaçant les groupes d'acteurs dans le modèle expérientiel et en suivant le sens du *cycle*
- au fil des étapes du *cycle de vie*, en considérant les efforts que les acteurs y fournissent ;
- d'après la séquence des processus opératoires menés par l'organisation dans ses activités ;
- dans la suite des processus de circulation de l'information et des processus décisionnels.

Ainsi, le dialogue structuré s'inscrit dans toutes sortes de cycles, en particulier le *cycle expérientiel*. En situation, le développeur remarquera souvent que ces suites concordent entre elles jusqu'à un certain degré, ce qui justifiera d'autant qu'il agisse selon leur logique et qu'il planifie les rondes d'entrevues et les groupes d'acteurs en se fiant au plus grand nombre de suites cohérentes entre elles. Les différences et les contradictions, s'il en est, pourront être traitées selon la règle phénoménologique des variations, afin d'identifier les groupes d'acteurs significatifs.

3.4.4 Le prototypage d'un SIRS en tant que cycle de dialogue

Nous avons écrit quelques fois au chapitre 2 que le *cycle de vie* intègre le *processus de développement* des SI, celui-ci étant une élaboration de ses premières étapes, tout en incluant d'autres cycles mineurs comme le prototypage et les évaluations du comité de pilotage du projet.

Même sans recourir au prototypage itératif, il est préférable de prévoir un *cycle de dialogue* d'au moins deux rondes de rencontres avec chaque groupe d'acteurs internes à l'organisation, afin de compléter au moins un cycle complet d'entrevues avec chacun d'eux. Dans chaque cas, on aura eu l'occasion d'analyser et de critiquer les premiers résultats obtenus d'un groupe d'acteurs à la lumière des entrevues de tous les autres acteurs ultérieurs, avant d'y revenir au cours d'une entrevue suivante. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une caractéristique du dialogue, la prise de décision est aussi un processus intégré au *cycle expérientiel*, où les discussions entre acteurs servent à élaborer et à négocier des solutions et à décider de la composition du système en développement.

Le prototypage est quant à lui une phase récurrente du développement par laquelle on élabore et on bonifie un prototype de solution jusqu'à en obtenir une forme complète et réalisable. On l'inscrit après le diagnostic mais avant l'implantation, dans la démarche de développement, comme étant un petit *cycle expérientiel* exécuté à l'étape de *conceptualisation* de divers modèles, souvent à l'aide d'outils spécialisés de représentation sur support informatique. On ne doit pas considérer le prototypage comme la base première du dialogue entre les acteurs, mais plutôt comme générateur d'une première modélisation des résultats du dialogue, face à laquelle s'enclenchera d'autres dialogues de rétroaction. Dans le cas d'un SADR, un prototype rapide permet de mieux spécifier les formes de représentation graphique des *systèmes opérants* (#6) et les formes possibles de représentation et de visualisation pour supporter les processus de décision.

Le développeur géomaticien connaît assurément les deux principales structures physiques de données existant dans les systèmes d'information géographique (SIG) : vectorielle et matricielle. Mais il semble que ces formes de structuration géométrique, relevant de principes philosophiques différents, ne permettent pas une *représentation spatiale* (#9 et #12) appropriée pour tous les types de perception spatiale. Les représentations cartographiques existantes qu'on aura inventorié dans l'organisation seront certes utiles, mais des perceptions à différentes échelles ou pour divers objets d'intérêt peuvent révéler des biais professionnels ou des inconsistances entre les besoins des divers acteurs. Le développement d'un prototype de SIRS est toujours une occasion de réviser les conceptions établies, mais aussi celles moins évidentes ou moins reconnues quoique tout aussi présentes dans l'organisation, lorsqu'elles proviennent d'un domaine connexe ou nouveau, ou de la spécialisation d'acteurs externes comme le développeur de SI.

3.5 L'INTÉGRATION DES DONNÉES SOCIO-ÉCONOMIQUES PAR LE DIALOGUE

L'essentiel du dialogue est de ménager des voies de communication dans l'organisation, entre des ressources humaines participantes à la modélisation. Conséquemment, le dialogue visera la spécification d'objectifs communs quant à l'utilité et aux fins du SIRS, et à l'intégration de tous *types* ou *thèmes* de données (#6 et #7), y compris et surtout socio-économiques, que l'ensemble des acteurs auront discutés en fonction de leurs perceptions et de leurs besoins. Les DSE sont en effet les données dont le contenu ou l'utilité sont le plus discutables, car leurs définitions sont très fortement dépendantes des intérêts subjectifs des divers acteurs. Ce faisant, le dialogue renforcera l'engagement mutuel de ces acteurs envers des avantages opérationnels, tant pour l'avancement social de l'organisation que pour son efficacité technique, ainsi que leur compréhension des *processus décisionnels* effectifs (#4) qu'on renforcera avec le SARDS.

En tant que processus d'apprentissage continu et participatif, le dialogue expérientiel crée de la connaissance à partir de l'expérience mutuelle d'acteurs, compétents et se considérant égaux, mais dont les *rôles*, les *biais*, les *compétences* professionnelles (#1 à #3) et les contextes dans l'organisation sont différents. C'est un apprentissage critique qui requiert de résoudre constamment des conflits entre les *perceptions* (à diverses *échelles*, #9) des acteurs face à la réalité mouvante du monde, à laquelle chacun a à s'adapter, et l'idée qu'ils en ont déduite en fonction de leurs besoins. Le dialogue est un mode d'adaptation dialectique pour solutionner un tel conflit et en tirer profit. En effet, si le développeur et son «client» avaient les mêmes biais expérientiels, s'ils utilisaient sans critique le même vocabulaire et partageaient le même style d'apprentissage, leurs rapports seraient stériles pour modéliser une nouvelle connaissance du monde (dans un SIRS) et prendre les dispositions pour le changer (appliquer des décisions élaborées avec un SARDS).

Pour le développeur, la méthode du dialogue est expérientielle à d'autres égards, plus pratiques. D'abord, la maîtrise du dialogue constitue une attitude et une compétence complexes du développeur, de la même façon qu'il doit connaître les structures de données, les formes de représentations spatiales et un formalisme de modélisation conceptuelle. Aussi, il doit positionner tous les acteurs (lui compris) dans le modèle expérientiel, à leurs points de départ et d'arrivée d'un cycle de modélisation ; puis il identifiera les distances cognitives entre leurs positions

récioproques sur le modèle expérientiel, et les situations où le dialogue entre certains acteurs semblera le plus profitable ou au contraire, le plus difficile. Enfin, il préparera les processus de dialogue réflexif entre ces acteurs bien identifiés, à tour de rôle et selon une suite logique et cohérente (hiérarchique, opérationnelle,...).

Au niveau technique, la préparation et la poursuite du dialogue nécessitent que le développeur utilise plusieurs éléments de méthode : monter et analyser un corpus documentaire, préparer le contenu des questionnaires pour mener des entretiens semi-directifs, administrer des tests expérientiels, pratiquer la «mise entre parenthèses», dresser une matrice d'analyse structurale des situations, appliquer la règle phénoménologique des variations, reconnaître les niveaux de profondeur culturels et contextuels, considérer les axes (dimensions) et les contextes par paires.

Qu'il possède la théorie systémique s'avère aussi très utile : maîtriser un formalisme de modélisation adaptable au besoin, élaborer des modèles spatiaux et des prototypes structurés, distinguer les limites et les fonctions de tous les systèmes opérants requis et établir leur degré de complexité. Mais surtout, le développeur doit pouvoir reconnaître le moment ou l'état à partir duquel un modèle est complété et fonctionnel, et quand tous les groupes d'acteurs ont été reconnus et identifiés afin de participer au dialogue, compte tenu de leur rôle effectif dans l'organisation.

Au niveau opérationnel du dialogue, le développeur doit prévoir au moins deux rondes de dialogue avec chaque groupe d'acteurs identifiés, afin de constater à quel point cela a constitué un apprentissage, pour lui et pour eux. Cela concerne d'abord les différences ou la distance entre les objets mentionnés lors des entretiens et l'évolution de la compréhension de l'acteur face à sa situation relative dans l'organisation. Ensuite, il y a les différences entre les perceptions réelles du départ et l'appréciation du processus de dialogue par tous les autres acteurs à la deuxième ronde. Alors, le développeur pourra préparer des questions plus adaptées, car il connaîtra mieux la situation organisationnelle générale, même sans avoir à devenir spécialiste du domaine professionnel du «client». Il s'agit là d'un avantage de l'aspect réflexif du dialogue.

Chapitre 4

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Dans le projet tunisien ayant motivé notre recherche, l'objectif d'intégration des données socio-économiques (DSÉ), parmi divers types de données à référence spatiale, était de réduire les risques d'échecs des interventions anti-érosives que le décideur aura à préparer et à mettre en œuvre en tant qu'acteur stratégique représentatif du «client». Dans l'énoncé de notre problématique, les DSÉ apparaissaient au départ comme des contraintes aux décisions d'aménagement, mais aussi comme des contraintes dans la modélisation d'un objet particulier à implanter : un système d'aide à la décision à référence spatiale (SADRS). Pour écarter ces contraintes, et afin que l'intégration des DSÉ ait une signification scientifique et appliquée, nous avons compris qu'il fallait l'aborder dès le début de la démarche de développement d'un SIRS, c'est-à-dire en amont du processus de modélisation des données. Cela devait se faire sans égard au genre d'approche retenue pour le développement de système d'information (SI). Les risques d'échecs concernaient de plus les contraintes à l'acceptation du SADRS par l'ensemble des acteurs de l'organisation du «client». Parmi eux on trouve, au premier chef, le décideur qui aura lui-même à s'en servir pour utiliser les DSÉ dans les processus décisionnels concernant l'aménagement de son territoire. Afin de produire un modèle conceptuel de données (MCD) pour préparer l'implantation du SIRS de support, le développeur a besoin d'une méthode pour recueillir auprès des groupes d'acteurs leurs perceptions et représentations du territoire et des systèmes opérants qu'on y trouve, et sur lesquels ils voudront agir dans le cadre de leur propre mandat. C'est une telle méthode, basée sur le dialogue entre les acteurs compétents, que nous avons élaborée dans ce mémoire, en l'appuyant sur des bases théoriques. Comme il s'agit d'une attitude structurée et d'un mode de pensée complexe, plutôt que d'une suite d'étapes dans une recette, nous considérons qu'elle complétera très bien n'importe quelle méthodologie de développement de SI.

La recherche effectuée et présentée ici a donc porté sur les premières étapes habituelles dans le développement d'un SIRS, soit les étapes d'inventaire et d'analyse de l'existant, de l'analyse des besoins en information spatiale et du prototypage. Les enjeux pour le développeur étaient alors nombreux, car on ne peut réaliser la modélisation conceptuelle des données en se contentant d'un répertoire des sources de données existantes, ni d'une analyse des besoins de l'organisation en traitements des données. Dans la plupart des sources existantes de données à référence spatiale, telles qu'on en trouve dans des organisations semblables à notre «client» tunisien, les données modélisées y sont d'abord des données de types physiques (géologiques, morphologiques, d'infrastructures, de bâtiments) puis biologiques (pédologiques, agronomiques, forestières) et climatiques. Par rapport à ces types de données, les DSÉ sont même considérées comme des contraintes secondaires, peu quantifiables et difficilement mesurables, et lorsqu'elles existent, les relations formelles entre elles et avec les autres données sont faiblement modélisées⁶⁹.

Il ne s'agit plus de compiler les demandes des responsables du «client». Il faut engager un dialogue méthodique et approfondi pour faire dire à tous les groupes d'acteurs concernés ce qu'ils veulent retrouver dans le SIRS. Puisqu'ils proviennent d'un domaine professionnel ou scientifique différent du développeur, celui-ci doit reconnaître ce que ces acteurs comprennent lorsqu'ils décrivent leur espace d'action, dans lequel les informations circulent et les décisions s'élaborent. Dès le départ, le dialogue entre le développeur et les groupes d'acteurs servira à leur faire spécifier les raisons du changement espéré envers la situation existante, ainsi que l'état de leur réflexion sur le contexte, le contenu et les enjeux. On identifiera clairement les réels objectifs du développement visé, car chaque système aura sa complexité et provoquera un impact très différent dans l'organisation, selon que le «client» entend gérer ses données descriptives localisées (dans un SI), produire une représentation cartographique (avec un SIRS), procéder à des simulations ou prendre des décisions sur le territoire de son mandat (avec un SADR).

C'est normalement à partir d'un modèle conceptuel de données (MCD) qu'on développe un SIRS, servant de support au SADR. Une véritable intégration de données de types différents doit s'effectuer par une modélisation cognitive de l'espace d'action du décideur, dont le MCD est

⁶⁹ Tel que le laissait voir le MCD 2.0 de SAGATELÉ, auquel nous devons intégrer les DSÉ; voir les notes 4 et 6.

la première représentation. Cette modélisation est cognitive car il s'agit d'élaborer un modèle qui soit congruent avec la façon courante de comprendre des acteurs. Or, les bases théoriques pour traiter des aspects humains de la modélisation spatiale, autant cognitive que socio-économique, sont encore modestes. Les aspects humains de notre problématique de modélisation concernent :

- les représentations spatiales significatives pour le décideur, et les représentations géométriques que le géomaticien parvient à en faire dans le SIRS;
- les rapports entre le développeur et le décideur (son «client»), et le dialogue qu'ils mènent avec d'autres acteurs pour effectuer la modélisation conceptuelle des données;
- les DSÉ à intégrer, qualitatives autant que quantitatives, qu'on envisage d'utiliser à la prise des décisions, en tant que contraintes à respecter et en tant qu'opportunités d'action;
- les processus décisionnels préparant des aménagements sur le territoire et les interventions anti-érosives qui impliqueront les paysans, et auront des conséquences sur les conditions de vie des populations touchées.

Les habiletés expérientielles maîtrisées par les géomaticiens depuis leur formation appliquée et leur vie professionnelle restent par conséquent éloignées de ces contraintes sociales. De plus, la méfiance des chercheurs en sciences appliquées envers les sciences humaines et sociales est connue et compréhensible ; puisqu'il s'agit ici de géomatique, c'est par nécessité qu'on doit rétablir les ponts et faire des nuances appropriées. Ce n'est d'ailleurs pas qu'une question de vocabulaire ou d'objet de recherche, mais vraiment de difficultés méthodologiques dans la conceptualisation d'un problème complexe. Tout comme cela est observable pratiquement depuis des années : lors des recherches sur les processus et les méthodes de développement et d'implantation des SIRS, on préfère emprunter les bases théoriques aux domaines scientifiques de l'informatique, du management et des systèmes d'information organisationnels (SIO), plutôt que de susciter l'émergence de fondements méthodologiques spécifiques à la géomatique. Cela pourrait convenir pour modéliser des données d'un seul type, ou s'en tenir à ajouter quelques entités ou relations. Mais c'est inadéquat et insuffisant pour intégrer différents types et thèmes de données, géo-référencées autant que descriptives, et destinées à la prise de décision sur le territoire. La nécessité peut aussi surgir de modifier le mandat initial, même au point de préconiser une ré-ingénierie de l'organisation en fonction des nouvelles représentations du «client» envers son espace de décision et d'action, et en ce cas la géomatique est encore moins bien outillée.

Ainsi, le développeur géomaticien devra être capable de reproduire les véritables modèles cognitifs par lesquels l'utilisateur d'un SIRS comprend les réalités, agit ou croit agir sur elles et reconnaît ses besoins et ses objectifs. Cela d'autant plus lorsqu'on acquerra, parfois à grands frais, des bases de données conçues et fournies par des sources extérieures ; pour réussir à les intégrer, il faudra s'assurer de l'équivalence des notions et définitions présentées comme «standards» par le fournisseur et celles requises par le «client». Mais si on excepte les mises en garde à propos des biais et des redondances, ou l'avis de ne pas informatiser tels quels les problèmes d'information, le développeur géomaticien ne dispose d'aucune directive conceptuelle pour mener à bien un dialogue de modélisation avec son «client», ni de cadre théorique ni de formation à cet égard. Cela confirme toute l'importance d'avoir développé une méthode de dialogue.

L'intérêt était donc grand de définir un cadre conceptuel et théorique suffisant et cohérent pour la modélisation visant l'implantation d'un SIRS, et donc d'un SADR, intégrant différents types de données. Nous avons d'abord fait en introduction un inventaire thématique des diverses approches de développement (voir la sous-section 1.6.2). Parmi la douzaine d'approches conceptuelles identifiables au domaine de la géomatique, nous avons privilégié *l'approche par les besoins* en données pour l'utilisation du SADR, et donc en complément une *approche par les décisions*. Selon cette approche double, l'intégration des données fut tout aussi nécessaire aux simulations et aux décisions que pour faire face aux besoins d'information spatiale des acteurs dans l'organisation, afin d'appliquer adéquatement ces décisions. Notre notion élargie de «besoin» inclut également ceux du développeur pour réussir sa modélisation intégrée des données.

Plus pratiquement, notre but initial était de produire un MCD assez complet, reflétant toute la complexité des réalités socio-économiques sur le territoire et représentant les systèmes opérants qui s'y manifestent et qui intéressent le décideur. Nous avons donc entrepris de définir un cadre conceptuel qui nous a donné douze catégories de besoins (voir les tableaux 3 et 5), incluant les notions de complexité, de concentration et de diffusion, d'échelle, de biais et de rôle d'acteur en situation. Nous les avons regroupés ensuite en trois aspects (voir au tableau 5) : les appuis théoriques pour une méthode de dialogue (le but de ce mémoire), l'application des notions systémiques (réputées déjà connues du géomaticien) et les besoins de structuration des perceptions et des représentations spatiales (sur lesquelles porteront des recherches à venir).

Puis, nous avons élaboré un cadre théorique éclectique et interdisciplinaire pour la structuration des besoins de modélisation d'un «client» organisationnel. On y retrouve d'abord une application de la théorie de l'apprentissage expérientiel, comme base d'étude des styles cognitifs des acteurs et de leurs biais professionnels. Il s'agit aussi d'une référence théorique permettant de construire différents cycles expérientiels (comme ce fut fait aux figures 6 à 8), allant du processus rationnel de la *prise de décision* jusqu'au prototypage. Ce cadre intègre aussi une méthode d'analyse phénoménologique et structurale pour appuyer la technique du dialogue entre le développeur et son «client», pour réduire les biais, pour identifier des niveaux contextuels des situations organisationnelles et pour formuler des besoins. En particulier, la phénoménologie de l'espace s'est avérée pertinente pour étudier la perception des espaces géographiques et leurs représentations. À cela s'ajoutent des principes d'analyse structurale et de structuration de la complexité, comme la dualité ou la compétence des acteurs, qui ont aussi été très profitables pour la modélisation des données. Bien sûr, la théorie du système général prend place dans ce cadre, ainsi que la théorie mathématique de l'information. En tout, neuf théories ont été considérées, plus ou moins en profondeur, et on a pu constater que plusieurs notions se recoupaient de l'une à l'autre. Voilà pourquoi notre méthode du dialogue (voir le tableau 5) peut être qualifiée de : expérientielle, informationnelle, phénoménologique, structurale et systémique.

En les élaborant, nous avons appliqué notre cadre conceptuel et notre cadre théorique au cas d'application tunisien, pour la conservation des eaux et des sols. Cela a résulté en un imposant «modèle conceptuel des données et des décisions», qu'on peut admettre comme une validation pratique de ces cadres. Cet exercice systémique complet intégrait conceptuellement les DSÉ de façon méthodique et logique, à tous les niveaux et de différentes façons. Cela allait de la simple valeur d'un attribut jusqu'aux nœuds de décisions d'aménagement, en passant par l'adaptation d'un formalisme de modélisation qu'on a étendu avec sept nouveaux éléments, surtout pour intégrer des processus décisionnels. En tout, nous avons identifié onze niveaux d'incidences des DSÉ à travers d'autres types de données, tout en y intégrant des DSÉ provenant de 18 thèmes socio-économiques. Un tel MCD, très complexe et s'étendant sur plusieurs feuilles, n'a pas été annexé ici car ce résultat ne fait pas strictement l'objet du mémoire ; son explication détaillée ne saurait être succincte. D'autre part, il n'a pas été conçu en prévision d'une peu probable implantation sur un SIRS, puisque l'intégration physique des données est une tout autre problématique.

La demande de notre «client» d'intégrer des DSÉ aux autres types de données a suscité une réflexion à propos du développement théorique et professionnel de notre domaine des SIRS, dans le contexte très actuel des SADR. Les DSÉ forment un objet de recherche vaste, complexe et indéterminé qu'on doit aborder par des concepts flexibles et des collaborations interdisciplinaires variées. Élaborer des outils géomatiques pour l'aide à la décision sur le territoire oblige les géomaticiens à élargir, au delà des représentations spatiales, leur domaine de connaissance et d'action, bien qu'on ne doive pas négliger notre science fondamentale, la cartographie. Tout en considérant l'impact technologique sur les représentations et les décisions spatiales, ils devraient profiter des théories et des travaux portant sur les perceptions de l'espace, l'accès à l'information, les structures sociales et les organisations. Cela permettrait de consolider nos méthodes et nos stratégies de modélisation de l'espace. La mission scientifique de la géomatique demeure la production et la gestion des données géo-référencées, de façon à contribuer utilement à l'aménagement du territoire.

Lorsqu'on se place sur un registre des missions de recherche pour la connaissance scientifique, la géomatique est au début du parcours allant de : représenter et illustrer, modéliser, décrire, jusqu'à : expliquer, prédire et enfin comprendre. Pourtant, bon nombre de disciplines et de sciences de l'espace comptent sur la géomatique, et nous devons bien correspondre à leurs attentes. Aux géomaticiens d'établir et de maîtriser des outils et méthodes performants pour mener la modélisation de tous types de données. Les problèmes de représentation dépassent les questions de simplification ou de généralisation cartographiques, rejoignant d'autres études en visualisation et en structuration des perceptions spatiales, il serait pertinent que quelques géomaticiens établissent, maintiennent et développent des liens de recherche théorique avec l'une ou l'autre des sciences cognitives : psychologie, sociologie, philosophie, linguistique et intelligence artificielle. C'est dans cette voie que nous poursuivrons des recherches interdisciplinaires, en tant que contributions épistémologiques et pragmatiques à la géomatique. Nous entendons approfondir une théorie de l'espace géographique, de sa structuration, de sa perception expérientielle, de l'information spatiale et de sa valeur, et de la représentation des connaissances spatiales, ce qui est beaucoup plus complexe que la modélisation des données. C'est dans cet esprit que nous avons élaboré le cadre théorique qui fut présenté et expliqué dans ce mémoire, et nous entendons l'utiliser et le diffuser pour parfaire les méthodes de modélisation des représentations spatiales.

BIBLIOGRAPHIE

ALAYA, Khelifa, 1989, «Aspects socio-économiques de la CES en Tunisie» - Séminaire sur l'élaboration des projets d'exécution avec une meilleure participation des exploitants, Gabès: Ministère de l'Agriculture, Direction de la Conservation des eaux et du sol, mai 1989, 26p. + annexe: Contraintes posées par quelques aménagements anti-érosifs, 15p., 10 figures, 10 tableaux

ALAYA, Khelifa, 1992, «Les aspects socio-économiques dans la méthodologie d'étude aux différents niveaux de décision» - Notes manuscrites de présentation et notes d'entrevues, Stage tunisien au Centre de recherche en géomatique, Université Laval: inédit, 30 juillet 1992, 21 f.

ALLIÈS, Paul, 1980, *L'invention du territoire*, Grenoble: Presse Universitaires de Grenoble, (coll. Critique du droit; 6), 188p. ISBN 2-7061-0174-1

ARGYRIS, Chris, SCHÖN, Donald A., 1978, *Organizational Learning : A Theory of Action Perspective*, Reading MA: Addison-Wesley Publ., vii + 344p., bibliography 3p.
ISBN 0-201-00174-8 HD 58.8 A695 1978

ARMSTRONG, Marc P., DENSHAM, Paul J. & RUSHTON, Gerald, 1986, "Architecture for a Microcomputer-based Spatial Decision Support System", Seattle WA: (Proceedings, Second International Symposium on Spatial Data Handling), pp. 120-31

BAILEY, Kenneth D., 1994, *Sociology and the New Systems Theory : Toward a Theoretical Synthesis*, Albany NY: State University of New York Press (SUNY), xvi + 372p., references 14p., 4 tables, 15 figures ISBN 0-7914-1744-1 HM 24 B154s 1994

BEAULIEU, Berthier, FERLAND, Yaïves & ROY, Francis, 1995, *L'arpenteur-géomètre et les pouvoirs municipaux en matière d'aménagement du territoire*, Cowansville QC: Les Éditions Yvon Blais, xxix + 449p., 2 annexes 5½p., références bibliographiques 12½p., jurisprudence et législation citées 18p., 19 figures, 5 tableaux, index analytique 16p., abréviations juridiques 4p.
ISBN 2-89451-053-5 KEQ 865.5 B42 1995

BÉDARD, Yvan, 1986, "Le paradigme de la communication et le cadastre québécois", (*d'après sa thèse de doctorat*, Orono ME: University of Maine), in: 1991, *Système d'information à référence spatiale (GMT-18100) Recueil de lectures*, Université Laval: Département des sciences géodésiques et de télédétection, 5p., 2 figures

BERNARD, Claude, 1865, *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, Paris: Garnier-Flammarion, (Texte intégral; 85), 318p. W 20.5 B518i 1966

BOLAND, Richard J. Jr & HIRSCHHEIM, Rudy A. (eds.), 1987, *Critical Issues in Information Systems Research*, Chichester (West Sussex) UK / New York: John Wiley & Sons, xv + 394p., 14 papers with 13 bibliographies 45p., author index ISBN 0-471-91281-6 QA 76.27 C934 1987

BOLLES, Richard, 1987, *Chercheurs d'emploi, n'oubliez pas votre parachute : pour un nouveau métier, pour une nouvelle carrière*, Laval QC: Guy Saint-Jean Éditeur, 224p. ISBN 2-920340-16-6

BOULDING, Kenneth, 1956, "General Systems Theory: The Skeleton of Science" in: BUCKLEY Walter (ed.), 1968, *Modern Systems Research for the Behavioral Scientist*, Chicago: Aldine Publ.

BOULET, Marie-Michèle, 1993, *Technologies de l'information : Applications et évolution*, Sainte-Foy: Les Presses de l'Université Laval, xvi + 198p., 16 tableaux, 69 figures, biblio. 1p., ISBN 2-7637-7339-7 HF 5548.2 B7631 1993

BRUNET, Roger, 1987, *La carte, mode d'emploi*, Paris / Montpellier: Fayard / Groupement d'intérêt public RECLUS, 270p., 269 cartes et illustrations en couleur, bibliographie 2p. ISBN 2-213-01848-0 GA 130 B895 1987

CHECKLAND, Peter B., 1981, *Systems Thinking, Systems Practice*, xiv + 330p., New York: John Wiley & Sons, appendices 12p., bibliography 13p., glossary 8p., 23 figures, 7 tables, name index 5p., subject index 3p. ISBN 0-471-27911-0 Q 295 C514 1981

CHECKLAND, Peter B. & SCHOLLES, Jim, 1990, *Soft Systems Methodology in Action*, Chichester (West Sussex) UK / New York: John Wiley & Sons, xv + 329p., appendix 13p., bibliography 6p., 125 figures, 4 tables, author index 3p., subject index 2p. ISBN 0-471-92768-6 Q 295 C514s 1990

CHESNAIS, Michel, 1995, *S.I.G. : Gérer l'information géographique*, Caen FR: Paradigme, (Coll. Terres et sociétés; 21), 219p., 32 figures, abréviations et sigles, glossaire 4p., index ISBN 2-86878-106-3 G 70.2 C524 1995

- CHEVALLIER, Jean-Jacques, 1992, "S'informer ou décider? des SIRS aux SADR", Ottawa: Association canadienne des sciences géomatiques, (Actes, Conférence canadienne sur les SIG GIS/SIG'92), 24-26 mars 1992, p. 319-28 ISBN 0-919088-41-4
- CHEVALLIER, Jean-Jacques, 1993, 1994, *Notes de cours: Notions de base de SIRS (GMT-18100)*, Université Laval: Département des sciences géomatiques
- CHRISMAN, Nicholas, 1987, "Fundamental Principles of Geographic Information Systems", Baltimore MD: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing & American Congress on Surveying and Mapping, AUTO-CARTO 8, (Proceedings Eighth International Symposium on Computer-Assisted Cartography), March 29-April 3 1987, pp.32-41
- COLLONGUES, Alain, HUGUES, Jean & LAROCHE, Bernard, 1987, *MERISE : méthode de conception*, Paris: Dunod, (Coll. Dunod Informatique) [2^e édition], annexes 5p., bibliographie 3p., ill. et schémas, index 2p. ISBN 2-04-018619-0 QA 76.9 S88 C714 1987
- COSSETTE, Pierre (sous la dir.), 1994, *Cartes cognitives et organisations*, Québec / Paris: Les Presses de l'Université Laval / Éditions ESKA, xiv + 229p., 8 chapitres par 6 auteurs, bibliographie 16p., 26 figures, 6 tableaux, lexique anglais/français 4p., index des auteurs ISBN 2-7637-7295-1 HD 58.7 C322 1994
- COURBON, Jean-Claude, 1978, *L'approche évolutive dans la mise en place des systèmes interactifs d'aide à la décision*, Université de Grenoble, France: document de recherche IAE 78-02
- COURVILLE, Serge, 1984, «Note liminaire : Une territorialité oubliée», in: *Cahiers de géographie du Québec*, volume 28, numéros 73-74, avril-septembre 1984, (Numéro spécial: *Rangs et villages du Québec: perspectives géo-historiques*) ISSN 0007-9766
- CROZIER, Michel & FRIEDBERG, Erhard, 1977, *L'acteur et le système : Les contraintes de l'action collective*, Paris: Éditions du Seuil, (Collection Points, Essais, Sociologie politique; 248), 507p., bibliographie 15p., 1 schéma ISBN 2-02-018220-3 ISBN 2-02-004677-6 HM 131 C954 1977
- DAVIS, Gordon B., OLSON, Margrethe, 1985, [AJENSTAT, Jacques & PEAUCELLE, Jean-Louis, 1986], *Management Information Systems : Conceptual Foundations, Structure, and Development*, New York: McGraw-Hill, (McGraw-Hill Series in Management Information Systems), (2nd édition / 1974), ix + 693p., questions, exercices, 147 figures, 123 tables, selected references, name index, 6p., subject index 13p. [Boucherville QC: Éditions G. Vermette / Paris: Éditions Économica, xi + 336p.] ISBN 0-07-015828-2 [ISBN 2-920653-19-9] T58.6 D38
- De COURCY, Gaston jr., 1989, *Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision : Gestionnaires... «Êtes-vous prêts pour les SIAD?»*, Montréal: Agence d'ARC, (coll. Gestion des systèmes), 224p., bibliographie 8p., 26 schémas, 8 tableaux, questionnaire 25p. ISBN 2-89022-159-8 T 58.62 D297 1989

- DEWEY, John, 1938, *Experience and Education*, New York: Macmillan, [1963, Collier Books, (The Kappa Delta Pi lecture series)], 116p. LB 875 D519 E96
- ESCARPIT, Robert, 1976, *Théorie générale de l'information et de la communication*, Paris: Hachette, (Classiques Hachette), 218p., bibliographie 5p. P 90 E74 1976
ISBN 2-01-003767-7
- FERLAND, Yaïves, 1992, «Données et contraintes socio-économiques en génie rural» - Notes manuscrites d'entrevues semi-ouvertes: animation par Y. Ferland, Stage tunisien au Centre de recherche en géomatique, Université Laval: inédit, 20 août 1992, 21 f.
- FERLAND, Yaïves & CHEVALLIER, Jean-Jacques, 1993, "Les données socio-économiques dans les systèmes d'aide à la décision à référence spatiale", Ottawa: Association canadienne des sciences géomatiques, (Actes, Conférence canadienne sur les SIG *GIS/SIG'93*), 23-25 mars 1993, p.949 ISBN 0-919088-41-4
- FERLAND, Yaïves (avec la collaboration de: LAVOIE, Marc), 1995, *Modèle conceptuel des données socio-économiques pour l'extension de SAGATELÉ, version 2.9; + Modèle conceptuel des données socio-économiques, intégrées, version 1.9; + Sous-modèle conceptuel de données socio-économiques/nœuds de décision, version 1.3*, fichiers graphiques sur logiciel Silverrun 1.3.1
- FORRESTER, Jay Wright, 1961, *Principles of Systems* [1984, *Principes des systèmes*, Lyon: Presse universitaires de Lyon, [3^e édition], (traduit par P. Sylvestre-Baron), 300p.] Q 295 F731
[ISBN 2-7297-0084-6]
- GAGNÉ, Robert Mills, 1984, *The Conditions of Learning and Theory of Instruction*, New York: Holt, Rinehart and Winston, [4th edition / 1965], xv + 361p., references 19p., 14 tables, 39 figures, author index 5p., subject index 5p. LB 1051 G135 1984
ISBN 0-03-063688-4
- GAY, Jean-Christophe, 1995, *Les Discontinuités spatiales*, Paris: Economica, (GEO Poche; 4), 112p., bibliographie sommaire 2p., 11 figures, 11 encadrés, quiz 1p. HT 391 G285 1995
ISBN 2-7178-2732-3
- GIDDENS, Anthony, 1984, *The Constitution of Society : Outline of the Theory of Structuration*, Berkeley CA: University of California, xxxviii + 402p., biblio 12p., ill. [1987, *La constitution de la société*, Paris: PUF, (traduit par Michel Audet), 474p.] HM 24 G453co
ISBN 0-520-05728-7 [ISBN 2-13-039975-4]
- GOODCHILD, Michael F., 1995, «Geographic Information Systems and Geographic Research», pp. 31-50, in: PICKLES, John (ed.), 1995, *Ground Truth : The Social Implications of Geographic Information Systems*, New York / London UK: The Guilford Press (Mappings: Society/ Theory/ Space Series), xvi + 225p., 10 papers, 21 figures G 70.2 G76 1995
ISBN 0-89862-295-6

- GREGORY, Derek, 1994, *Geographical Imaginations*, Cambridge MA / Oxford UK: Blackwell, xii + 442p., bibliography 8p., 31 figures
ISBN 0-631-18329-9 G 70 G822 1993
- GUELKE, Leonard (ed.), 1977, *The Nature of Cartographic Communication*, University of Toronto Press: Department of Geography, York University, (CARTOGRAPHICA; Monograph 19, Supplement no. 1 to *Canadian Cartographer*, 14), ix + 147p., 11 papers, 33 figures, 1 table
ISSN 0317-7173 ISBN 0-919870-19-8 GA 108.7 N285 1977
- HAINES-YOUNG, Roy, GREEN, David R. & COUSINS, Steven (eds.), 1993, *Landscape ecology and geographic information systems*, London UK: Taylor & Francis, 273p., 19 papers
ISBN 0-7484-0002-8 QH 541.15 L35 L263 1993
- HALL, Edward T., 1969, 1974, *The Hidden Dimension*, Garden City NY: Doubleday, (Anchor Books), xii + 217p., bibliography and references 20p., appendix 4p., 26 plates, 16 figures, 3 charts, index 9p. [1971, *La dimension cachée*, Paris: Seuil, (Points, Civilisation; 89), (postface de Françoise Choay), 254p., bibliographie 10p.]
ISBN 0-385-08476-5 [ISBN 2-02-004776-4] BF 469 H175
- HUBERT, Jean-Paul, 1993, *La discontinuité critique : essai sur les principes a priori de la géographie humaine*, Paris: Publications de la Sorbonne (postface de Jean Gottmann 4p.), 221p., bibliographie et abréviations 8p., 12 figures, 3 tableaux, index 6p.
ISSN 0766-2294 GF 21 H878 1993
- JANTSCH, E., 1972, *Technological Planning and Social Futures*, New York: Halsted Press
- KELLERMAN, Aharon, 1989, *Time, Space, and Society : Geographical Societal Perspectives*, Dordrecht NL / Boston MA: Kluwer Academic Publishers, (The GeoJournal Library; 11), xiv + 128p., references 12p., 6 figures, 2 tables
ISBN 0-7923-0123-4 GF 21 K29 1989
- KOLB, David A., 1984, *Experiential Learning : Experience as the Source of Learning and Development*, Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall, xiii + 256p., bibliography 10p., 51 figures, 10 tables, index 13P.
ISBN 0-13-295261-0 LB 1067 K81 1984
- KUHN, Thomas S., 1962, 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press, (Foundations of the Unity of Science; vol. 2 no 2), xii + 210p. [1983, *La structure des révolutions scientifiques*, Paris: Flammarion, (Champs; 115), (traduit par Laure Meyer et revu par l'auteur), 285p., postface de 1969 47p.],
ISBN 0-226-45803-2 ISBN 0-226-45804-0 Q 175 K96
[ISBN 0-226-45803-2]

Le MOIGNE, Jean-Louis, 1994, *La théorie du système général : Théorie de la modélisation*, Paris: Presses Universitaires de France, [4^e édition mise à jour / 1977], (coll. Systèmes-Décisions, section: Systèmes de gestion), xii + 338p., bibliographie et index des auteurs 22p., 48 figures, postface + 4 annexes 24p.

ISBN 2-13-046515-3

Q 295 L555

LÉVI-STRAUSS, Claude, 1958, *Anthropologie structurale*, Paris: Plon, 452p., 8p. de planches, bibliographie 17p.

GN 315 L664 1958

LEWIN, Kurt, 1951, *Field Theory in Social Sciences : selected theoretical papers*, New York: Harper & Row [ed. by Dorwin Cartwright], (Researches in the social, cultural and behavioral sciences), [1964, Harper torchbooks; TB 1135], xx + 346p., references 12p., 75 figures, appendices 34p.

H 61 L672

MARTIN, David, 1991, «Geographic Information Systems and their Socioeconomic Applications», London and New York, Routledge, [2nd edition : 1995], (Routledge Geography, Environment and Planning series), 182p. + xvii, 56 figures, bibliography 12 p., glossary of commonly used GIS terms and acronyms 6p.

ISBN 0-415-05697-7

ISBN 0-415-05698-5

G 70.2 M379

MEDYCKYJ-SCOTT, David J. & HEARNshaw, Hilary M. (eds.), 1993, *Human Factors in Geographical Information Systems*, London UK / Boca Raton FL: Belhaven Press, xxiii + 265p., 19 papers with references, 32 figures, 8 tables, lists of contributors, trades names, abbreviations and acronyms, sources of useful information

ISBN 1-85293-262-7

G 70.2 H918 1993

MILLER, Roger P., 1992, "Beyond Method, Beyond Ethics : Integrating Social Theory into GIS and GIS into Social Theory", San José CA: (*GIS/LIS '92*, Annual Conference and Exposition Proceedings; vol. 2), pp. 585-93, references 1p.

MINTZBERG, Henry, RAISINGHANI, Duru & THÉORET, André, "The Structure of "Unstructured" Decision Processes", in: *Administrative Science Quarterly*, June 1976, vol. 21, pp. 246-275, references, 8 figures

MITCHELL, Bruce, 1989, *Geography and Resource Analysis*, Harlow UK: Longman House, (Longman Scientific and Technical), 386p., references 68p., index 8p., 30 figures, 24 tables

ISBN 0-582-46364-5

G 74 M681 1989

MOLES, Abraham André & ROHMER, Élisabeth, 1978, *Psychologie de l'espace*, Tournai BE: Casterman, [2^e édition revue et augmentée / 1972], (Coll. «Synthèses contemporaines»), 246p., bibliographie 5¼p., 48 figures, 7 tableaux, nombreuses citations

ISBN 2-203-23164-5

BD 632 M719

MONMONNIER, Mark S., 1991, 1996, *How to Lie with Maps*, Chicago: University of Chicago Press, xiii + 207p., selected readings 5p., sources of illustrations 2p., 114 figures, 10 color plates, index 9p. [1993, *Comment faire mentir les cartes : Du mauvais usage de la géographie*, Paris: Flammarion, 233p., bibliographie sélective et sources des illustrations 4p., 90 figures]
 ISBN 0-226-53414-6 ISBN 0-226-53415-4 G 108.7 M747
 [ISBN 2-08-211557-7]

MUCCHIELLI, Alex, 1983, *L'analyse phénoménologique et structurale en sciences humaines*, Paris: Presses Universitaires de France, 324p., 34 figures, 41 tableaux
 ISBN 2-13-037904-4 BD 241 M942 1983

MUMFORD, Enid, HIRSCHHEIM, Rudi, FITZGERALD, Guy & WOOD-HARPER, A.Trevor (eds.), 1985, «Research Methods in Information Systems», Amsterdam, New York, Oxford: North Holland, Elsevier Science Publishers; xii + 320p., (Proceedings of the IFIP Working Group 8.2, Manchester Business Sch., 1-3 Sept. 1984), 18 papers with references, 19 figures, 10 tables
 ISBN 0-444-87807-6 Z 699 A1 I23 1984

OGDEN, C.K. & RICHARDS, I.A., 1938, «The Meaning of Meaning : A Study of the Influence of Language upon Thought and of Science Symbolique», New York: Harcourt, Brace

OLLE, T. William, *et al.*, 1991, INTERNATIONAL FEDERATION FOR INFORMATION PROCESSING WG8.1, *Information Systems Methodologies : A Framework for Understanding*, Wokingham UK / Reading MA / Menlo Park CA / New York: Addison-Wesley Publishing, [2nd edition / 1988], xi + 401p., 4 appendices 80p., references 3p., 81 figures, tables and lists, exercises
 ISBN 0-201-54443-1 QA 76.9 S88 I438 1991

PIAGET, Jean (ed.), 1967, *Logique et connaissance scientifique*, Paris: Gallimard / Nouvelle Revue Française NRF, (Encyclopédie de la Pléiade; 22), xii + 1345p. AE 25 E545 22

PIAGET, Jean, 1951, 1969, *Psychologie et pédagogie*, Paris: Éditions Denoël, 265p., [1970, *Science of Education and the Psychology of the Child*, New York: Orion Press, (translated by Derek Coltman), 186p.] ISBN 2-282-30059-9 BF 721 P579 P9745

POULIOT, Jacinthe, (*supervision de:*) CHEVALLIER, Jean-Jacques & THOMSON, Keith, 1994, *SAGATELE: Système d'Aide pour la Gestion et l'Aménagement du Territoire pour la Lutte contre l'Érosion - version 2.0*, Québec / Tunis: Université Laval, École nationale d'ingénieurs de Tunis et DCES au Ministère de l'Agriculture de Tunisie, (2 vol.) 9p. + 8 annexes 145p., ill., dictionnaire des données, Projet de recherche Canada - Tunisie financé par le [Conseil] de recherche et de développement international du Canada (CRDI),

RAFFESTIN, Claude, 1980, *Pour une géographie du pouvoir*, Paris: Librairies techniques Litec, (Géographie économique et sociale; 13) (préface de Roger Brunet), x + 249p., planches 4p., 144p.
 ISBN 2-7111-0271-8 HF 1025 G345

SHANNON, Claude E. (and WEAVER, Warren), 1949, *The Mathematical theory of Communication*, Urbana: University of Illinois Press, 117p. [1975, *Théorie mathématique de la communication*, Paris: Retz - C.E.P.L., (Les Classiques des sciences humaines) (préface d'Abraham A. Moles 17p.), 188p., 12 figures, 2 tableaux, appendices 13p.] TK 5101 S528

SCHÖN, Donald A., 1983, *The Reflexive Practitioner: How Professionals Think in Action*, New York: Basic Books, x + 374p., notes 10p., 11 figures, 3 tables, index 10p. [1994, *Le praticien réflexif: À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*, Montréal: Les Éditions Logiques, (Formation des maîtres), (traduit par Jacques Heynemand et Dolorès Gagnon), 418p.] ISBN 0-465-06878-2 [ISBN 2-89381-226-0] HD 8038 A1 S371

SIMON, Herbert Alexander, 1959, *The New Science of Management Decision*, Harper & Row [1977, Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall, xi + 175p., references] ISBN 0-13-616136-7 ISBN 0-13-616144-8 HD 69 D4 S594

TARDIEU, Hubert, ROCHFELD, Arnold & COLLETTI, René, 1986, *La méthode MERISE: principes et outils*, Paris: Les Éditions d'organisation, [tome 1; édition revue et corrigée], 318p., bibliographie 2p., index 3p., 168 figures ISBN 2-7081-0551-5 QA 76.9 S88 T182 1986

THOMPSON, James D. & TUDEN, Arthur, 1959, "Strategies, Structures and Processes of Organizational Decision", in: KOLB, David A., RUBIN, Irwin M., McINTYRE, James M., et al., 1974, *Organizational Psychology: A Book of Readings*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, [2nd edition], pp. 496-515, 2 diagrams, 33 papers ISBN 0-13-641183-5 HF 5548.8 K81o 1974

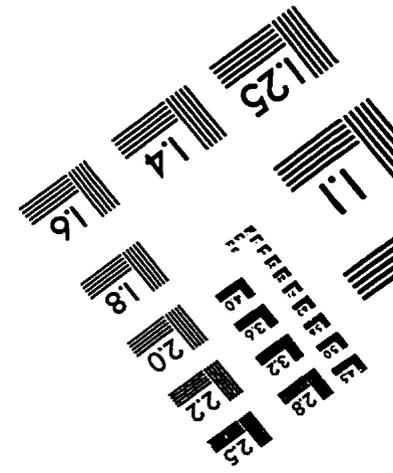
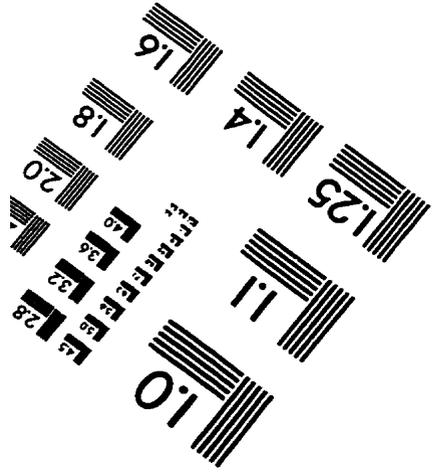
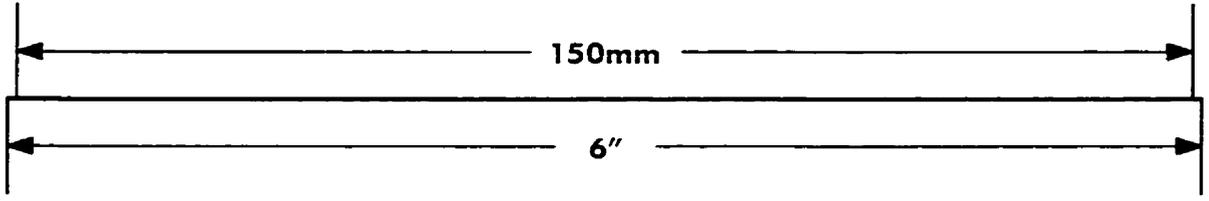
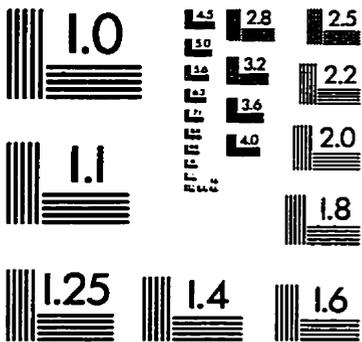
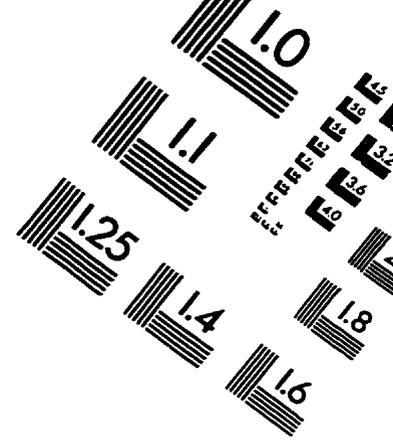
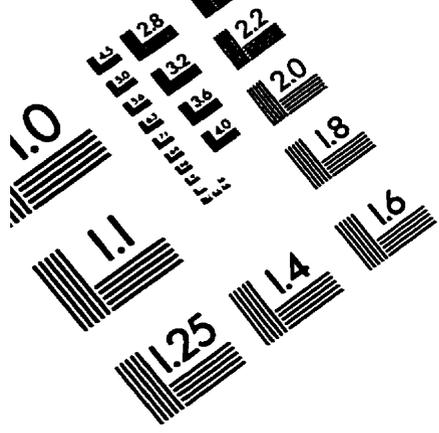
Von BERTALANFFY, Ludwig, 1968, *General System Theory: Foundations, Development, Applications*, New York, G. Braziller, xv + 289p., ill. bibliography 24p. Q 295 B536 1968

WALLAS, Graham, 1926, *The Art of Thought*, New York: Hartcourt Brace, 314p., index 6p. BF 455 W195

WERLEN, Benno, 1993, *Society, Action and Space: An Alternative Human Geography*, London UK: Routledge, [1988, *Gesellschaft, Handlung und Raum / 1988*], xvi + 249p., (preface by Anthony Giddens), bibliography 13p., notes 19p., 9 figures, appendix 2p. ISBN 0-415-06966-1 GF 21 W489 1993

WOOD, Clifford H. & KELLER, C. Peter (eds.), 1996, *Cartographic Design: Theoretical and Practical Perspectives*, Chichester (West Sussex) UK/ New York: John Wiley & Sons, (International Western Geographical Series; 1), 20 papers, 25 contributors, 64 figures, 20 tables, subject index 13p., author index 7p. ISBN 0-471-96587-1 GA 101.2 C355 1996

ZMUD, Robert, 1983, *Information Systems in Organizations*, Scott: Rosesman Co. USA, 445p.



APPLIED IMAGE, Inc
1653 East Main Street
Rochester, NY 14609 USA
Phone: 716/482-0300
Fax: 716/288-5989

© 1993, Applied Image, Inc., All Rights Reserved