

**Le système conceptuel, à l'interface entre
le langage, le raisonnement, et l'espace qualitatif :
vers un modèle de représentations éphémères**

thèse présentée pour obtenir le diplôme de

Docteur de l'École Polytechnique

Domaine : **Sciences Humaines**
Spécialité : **Sciences Cognitives**

par

Laleh Ghadakpour

soutenue le 28 novembre 2002, devant le jury composé de

Daniel Andler (École Normale Supérieure, Paris)
Jean-Louis Dessalles (École Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris)
Peter Gärdenfors (Lunds Universitet)
Hans Kamp (Universität Stuttgart)
Dan Sperber (Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris)
Bernard Victorri (Centre Nationale de la Recherche Scientifique, Paris)

*L'École Polytechnique n'entend donner aucune approbation, ni improbation,
aux opinions émises dans les thèses.
Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.*

Ce document reprend l'essentiel des idées et des arguments que j'ai développés pendant les années de ma thèse. Je veux ici remercier tous ceux qui m'ont offert la possibilité de mener à bien ce travail et de soutenir son résultat.

Le professeur Peter Gärdenfors et le professeur Hans Kamp ont accepté spontanément d'examiner ma thèse et de participer au jury de ma soutenance à Paris. Je leur en suis très reconnaissante, et je les remercie pour la bienveillance qu'ils ont bien voulu montrer à mon égard.

Dan Sperber et Bernard Victorri ont accepté de rapporter ma thèse. Ils ont fait l'effort d'entrer dans les détails des raisonnements de ce document et d'émettre des critiques constructives qui m'aideront dans la suite de ma recherche. Je les en remercie, et j'espère pouvoir leur démontrer par la suite que je suis digne de la confiance qu'ils m'ont manifestée.

Daniel Andler a bien voulu assumer la direction de ma thèse. Je le remercie de m'avoir permis de m'engager dans cette recherche qui, au départ, pouvait sembler très ambitieuse par l'ampleur de sa problématique. Ses encouragements, lors des différentes phases de mon travail, ont été indispensables pour l'aboutissement de mon projet.

Jean-Louis Dessalles a encadré mon travail de thèse. Je lui adresse toute ma gratitude pour le temps qu'il a consacré à examiner les questions que mon travail a soulevées, et à s'engager dans les nombreuses discussions qui s'en sont suivies. Je lui sais gré de son aide précieuse pour la mise en forme du présent document, tant sur le plan de l'organisation des arguments que sur la correction de la langue.

Ma thèse a été réalisée dans le cadre de l'école doctorale de l'École Polytechnique. Je remercie Jean Petitot, directeur du Centre de Recherches en Épistémologie Appliquée, de m'avoir accueillie comme étudiante doctorante et de s'être intéressé à mon travail.

L'essentiel de mon travail a été effectué au Département Informatique et Réseaux de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications. Je suis redevable à cette institution pour m'avoir permis de mener à bien ma recherche dans ses murs. Je garderai un très bon souvenir de l'ambiance amicale qui règne dans ce laboratoire. Je remercie chaleureusement mes collègues Talel Abdessalem, Irène Charon, Alain Grumbach, Olivier Hudry, Antoine Lobstein, et Nadine Richard pour leur accueil, leur gentillesse et leur sollicitude à mon égard. Je remercie tout particulièrement François Yvon dont l'attention et l'aide m'ont été fort précieuses.

Le bon déroulement de mon travail est également dû à la bienveillance de l'équipe de Logique de l'Université Panthéon-Sorbonne. Je remercie Susana Berestovoy et François Rivenc, qui m'ont eue jadis comme élève, et m'ont fait ensuite l'honneur de m'accepter comme collègue. Je suis heureuse de leur montrer que j'ai réussi à mener mon projet à son terme.

Je veux ici saluer mes amis, Pierre Grialou et Sarah Peyronnet, qui ont vécu avec moi les hauts et aussi les bas de mes années de thèse. Leur écoute et leur présence affectueuse ont beaucoup compté pour moi.

Je veux dire ici le soutien que m'a procuré ma famille en France, Noëlle et Mehdi Danechpajouh. Durant les années de ma thèse, ils m'ont offert protection et réconfort, et leur confiance inconditionnelle ne m'a jamais fait défaut.

La fin d'une thèse constitue une étape dans la vie de son auteur. Il est naturel que ma pensée la plus forte aille vers mes parents, Zibandeh Fadai et Hormoz Ghadakpour, à qui je dois la vie et une part essentielle de ma personnalité. Qu'ils sachent que l'amour qu'ils me donnent continue à m'animer et me permet d'envisager l'avenir comme un défi.

Laleh Ghadakpour

Le système conceptuel, à l'interface entre le langage, le raisonnement, et l'espace qualitatif : vers un modèle de représentations éphémères

Introduction	9
Partie 1 : Le cas du temps	
Introduction	13
Chapitre 1 : Expression du temps dans le langage	
Introduction	17
1.1. La temporalité dans les langues humaines	17
1.2. La séquence de temps	20
1.3. Les schémas temporels	22
1.4. L'interprétation modale du temps	25
1.5. Les instants et les intervalles	30
1.6. Les états et les événements	44
1.7. La topologie des situations	48
1.8. Le temps, l'analogie et la métaphore	53
Conclusion	56
Chapitre 2 : La leçon de Zénon	
Introduction	59
2.1. Le dilemme de la granularité	59
2.2. Procédure de localisation temporelle	63
Conclusion	80
Conclusion	83
Partie 2 : Questions concernant la nature des concepts	
Introduction	87
Chapitre 3 : Ancrage des concepts	
Introduction	91
3.1. Les données du problème	91
3.2. Percepts intégrés	101
3.3. Symboles	105
3.4. Intentionnalité et communication	106
3.5. Intentionnalité et information	109
3.6. Le paradoxe de la connexion	114
Conclusion	116
Chapitre 4 : Rôle inférentiel des concepts	
Introduction	119
4.1. Concepts et nécessité	120
4.2. Concepts et connaissance	126
4.3. Concepts et typicité	131
Conclusion	136
Chapitre 5 : Caractère compositionnel des concepts	
Introduction	139
5.1. L'apport de la syntaxe	140
5.2. La représentation formelle du sens	144
5.3. Concepts et structures	157
5.4. Concepts et procédures	162
5.5. La représentation schématique du sens	167
Conclusion	171
Conclusion	173

Partie 3 : Le dilemme du mentalais	
Introduction	177
Chapitre 6 : Le calcul du sens	
Introduction	181
6.1. Le code du langage	181
6.2. Le jugement sémantique	182
6.3. La combinatoire du langage	186
6.4. Le langage mental	187
Conclusion	190
Chapitre 7 : Concepts moléculaires	
Introduction	193
7.1. Motifs pour structurer les concepts lexicaux	193
7.2. Méthodes pour structurer les concepts lexicaux	196
7.3. Les atouts de l'approche moléculariste	208
7.4. Les limites de l'approche moléculariste	210
Conclusion	224
Chapitre 8 : Atomisme conceptuel	
Introduction	229
8.1. Le refus des descriptions	229
8.2. Le problème de l'acquisition	231
8.3. Les représentations et les règles	234
8.4. La monotonie de la composition	237
Conclusion	238
Conclusion	241
Partie 4 : Procédure de construction du sens	
Introduction	245
Chapitre 9 : Vers un modèle de représentations conceptuelles éphémères	
Introduction	249
9.1. Concepts <i>versus</i> percepts	249
9.2. Espace qualitatif	250
9.3. Interface symbolique	253
9.4. Des structures géométriques aux formes logiques	263
9.5. Extensions du modèle	271
9.6. Bilan	276
Conclusion	278
Conclusion	279
Conclusion	281
Annexe : Contraintes d'un modèle d'apprentissage de concepts	
Les paradigmes d'apprentissage	285
De la nature des biais d'apprentissage	287
Bibliographie	289
Index	295

**Le système conceptuel,
à l'interface entre
le langage, le raisonnement,
et l'espace qualitatif :
vers un modèle de
représentations éphémères**

Introduction

Le travail présenté dans ce document s'inscrit dans le cadre de la modélisation cognitive. Le problème que nous abordons est celui de la nature des représentations sémantiques. Les individus parviennent à donner un sens aux énoncés langagiers qu'ils perçoivent ; ce sens constitue une représentation intermédiaire à partir de laquelle ils reconnaissent ou imaginent des scènes, forment des raisonnements, produisent des actions et conçoivent des réponses verbales. La modélisation cognitive se donne pour tâche d'expliquer ces performances en faisant des hypothèses minimales sur les compétences des sujets et en évitant de postuler des procédures ou des structures qui apparaîtraient comme non plausibles au regard des autres modèles de la cognition.

La question de la sémantique est une question ancienne, qui a été abordée dans une quantité de travaux, notamment en philosophie, en psychologie et en linguistique. Nous nous inspirerons d'un certain nombre de ces travaux. Nous serons amenée à critiquer certains des modèles proposés pour leur manque de plausibilité cognitive, en gardant présent à l'esprit que notre critique s'adresse non aux travaux eux-mêmes, mais à leur transposition directe à la modélisation cognitive. Prenons un exemple. Lorsque nous aborderons la question de la représentation du temps, nous mentionnerons des travaux qui offrent de représenter le temps à l'aide d'une structure dense. De tels modèles sont indispensables pour la représentation mathématique des relations temporelles véhiculées par le langage. Ils sont de même incontournables, compte tenu des techniques actuelles, lorsqu'il s'agit d'amener des systèmes d'intelligence artificielle à traiter ces mêmes relations temporelles. Cependant, nous insisterons sur le fait que de tels modèles ne sont pas utilisables tels quels en modélisation cognitive, car leur transposition directe supposerait que des structures denses soient matériellement représentées dans le cerveau humain, ce qui est strictement exclu. Notre proposition consistera à remplacer la densité structurelle par une procédure récursive qui, elle, est en principe accessible à un esprit humain.

Dans notre travail, nous présenterons la question du sens des énoncés langagiers comme un problème d'interface. Les représentations sémantiques sont supposées entretenir des rapports avec le langage, avec le raisonnement et avec la perception. Elles ont la propriété remarquable de pouvoir être évoquées par des expressions langagières, de pouvoir être le résultat d'inférences, et de pouvoir être suggérées par des situations perçues. Nous tenterons de montrer que satisfaire ces trois interfaces est une tâche difficile, au point que la plupart des modèles se limitent à expliquer l'une ou l'autre sans chercher à rendre compte de l'ensemble des potentialités des représentations sémantiques. Ainsi, certains modèles vont se concentrer sur l'émergence des représentations sémantiques à partir des données de la perception ; d'autres vont utiliser les représentations sémantiques pour expliquer les nuances exprimées par le langage ; d'autres, encore, vont tâcher de prédire les inférences que les représentations sémantiques occasionnent. Dans le premier cas, on expliquera par exemple par quel mécanisme un objet perçu sera catégorisé en tant que pomme ; dans le deuxième cas, on tentera de représenter la différence sémantique entre les mots dire et parler ; dans le troisième cas, on essaiera d'expliquer comment l'emploi du verbe tomber présuppose que le sujet de ce verbe se retrouve à un niveau inférieur.

La question fondamentale concerne la nature des représentations sémantiques. Pour la plupart des auteurs, ces représentations sont en partie indépendantes des mots, ne serait-ce que parce que les humains peuvent former beaucoup plus de pensées que les quelques dizaines de milliers de mots du lexique d'une langue. La tradition empiriste ne pose pas de différence qualitative entre les représentations sémantiques et les représentations

perceptuelles. Les autres traditions, soucieuses d'expliquer la manière dont les représentations sémantiques se combinent par le langage et par le raisonnement, renoncent à cette fusion. Elles supposent donc l'existence d'un système conceptuel autonome, dont la raison d'être est d'héberger des représentations sémantiques de nature symbolique. Ce système conceptuel entretient ainsi trois interfaces, l'une avec la perception, l'autre avec le raisonnement, et la troisième avec le langage.

Dans la majeure partie de cet exposé, nous nous placerons dans l'hypothèse d'un système conceptuel autonome, de manière à en explorer les conséquences. Si un tel système existe, il doit exister des "atomes de sens", les plus petites représentations conceptuelles qui entretiennent un rapport d'évocation avec la perception, qui soient capables de déclencher des inférences, et qui puissent se combiner en fonction des relations grammaticales présentes dans les énoncés langagiers. En particulier, il s'agira de déterminer le lien qui peut exister entre ces représentations élémentaires qu'un individu donné est supposé utiliser pour interpréter le sens des énoncés de sa langue, et les mots du lexique de cette même langue. Cette problématique nous amènera à avoir des doutes sur l'existence des représentations conceptuelles permanentes responsables du traitement sémantique des expressions langagières.

Pour commencer cette réflexion, nous nous intéresserons en premier à un problème particulier, l'expression langagière de la temporalité. Dans l'historique de notre recherche, c'est par un travail sur le temps que nous en sommes venue à développer notre critique des structures conceptuelles permanentes. Notre point de départ consiste à rappeler l'omniprésence de l'expression du temps. Nous montrerons ensuite que la majeure partie des modèles proposés, d'une manière ou d'une autre, sont réalistes par rapport au temps, c'est-à-dire qu'ils postulent la représentation mentale d'une structure temporelle globale et fixe sur laquelle agissent les différents opérateurs de construction des relations temporelles dans le langage. Notre suggestion consistera à abandonner l'idée d'une structure temporelle globale et fixe. Nous insisterons sur le fait que l'expression des relations temporelles, comme l'inclusion ou la précédence, par le langage, doit et peut être réalisée par une procédure récursive agissant sur des représentations éphémères. Elle doit être réalisée ainsi, car l'hypothèse d'une structure temporelle globale n'est pas plausible. Elle peut être réalisée ainsi, car l'aspect récursif d'une telle procédure permet de reproduire la richesse de l'expression langagière de la temporalité.

Contrairement à une attente légitime, l'extrapolation de cette idée à l'ensemble des champs sémantiques n'est pas aisée et nécessite un complément de réflexion théorique. Dans le cas du temps, il est facile de poser le problème des atomes de la structure de représentation. Dans le cas général, il faut commencer par montrer que l'existence d'atomes de sens est incontournable dès que l'on fait l'hypothèse d'un système conceptuel autonome doté de représentations permanentes symboliques. Nous allons donc commencer par cerner cette notion d'atomes de sens, avant de nous demander si leur existence est à son tour plausible. Comme dans le cas du temps, nous en viendrons à questionner le bien-fondé de l'hypothèse de l'existence de représentations conceptuelles organisées en une structure permanente et globale. Nous proposerons ensuite un modèle reposant sur la mise en œuvre d'une procédure de construction du sens dont le rôle est d'interfacer, à l'aide de représentations éphémères, l'espace qualitatif, où se structurent les données de la perception, avec le langage et le raisonnement.