

**UNIVERSITE DE FRANCHE COMTE**  
**ECOLE DOCTORALE « LANGAGES, ESPACES, TEMPS, SOCIETE »**

Thèse en vue de l'obtention du titre de docteur en

**SCIENCES DU LANGAGES**

**GENERATION DE REPRESENTATIONS TOPOLOGIQUES  
A PARTIR DE REQUETES EN LANGAGE NATUREL**

Présentée et soutenue publiquement par

**Evelyne PATOZ**

Le 27 novembre 2006

Sous la direction de M le Professeur Henri MADEC

Composition du Jury :

Monsieur Amr IBRAHIM  
Professeur à l'Université de Franche Comté

Monsieur Henri MADEC  
Maître de Conférences H.D.R. à l'Université de Franche Comté

Madame Claire MARTINOT  
Maître de Conférences H.D.R. à l'Université René Descartes- Paris V

Monsieur Jean Pierre ROSSI  
Professeur à l'Université de Paris-Sud - Paris XI

## *Remerciements*

*Je tiens à remercier Monsieur le professeur Henri Madec, mon directeur de recherches, dont l'enseignement, les conseils, les démarches et le soutien se sont avérés essentiels à l'élaboration et l'aboutissement de ce travail.*

*Je tiens également à remercier les membres du jury : Monsieur Amr Ibrahim, Madame Claire Martinot, Monsieur Jean-Pierre Rossi, d'avoir bien voulu apporter les critiques et remarques nécessaires lors de la soutenance.*

*Mes remerciements vont aussi à mon compagnon Pascal Bertaux pour avoir su m'apporter le cadre et le son soutien nécessaire à l'aboutissement de ce travail de longue haleine.*

*Mes remerciements s'adressent à mes enfants, Romaric, Vincent et Paul-Henri, à mon ami, Radomir Mandic, pour son appui et son amitié, à ma meilleure amie, Nathalie Raulet, pour son amitié, à ma famille.*

*Je remercie Monsieur Antoine Raby pour la réalisation d'éléments graphiques utiles à l'élaboration des schémas explicatifs.*

# Table des matières

<i>Remerciements</i>	<i>i</i>
<i>Table des matières</i>	<i>ii</i>
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
1. Un problème ancien	1
2. La démarche	2
3. Les problèmes induits par la construction d'une interface en langage naturel	2
4. L'approche adoptée	3
5. Le plan	6
<b>Partie 1 : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances..</b>	<b>7</b>
Introduction de la première partie	8
<i>Chapitre 1 : La compréhension de textes.</i>	<i>10</i>
Introduction	10
1.1. L'approche linguistique.	11
1.1.1. Le courant distributionnelle.	11
1.1.2. L'approche interprétative	12
1.2. Quelques formalismes sémantiques	15
1.2.1. L'approche logique	15
1.2.2. L'approche sémantique de Roger Schank	15
1.2.3. Les graphes conceptuels	16
1.3. Mesurer la compétence linguistique d'un système informatique.	17
1.4. Exemples d'application	20
Conclusion du chapitre 1	22
<i>Chapitre 2 : La représentation des connaissances</i>	<i>23</i>
Introduction	23
2.1. La modélisation des connaissances	25
2.1.1. Les différents types de connaissances	25
2.1.2. Particularité des connaissances textuelles	25
2.2. La représentation du texte	28
2.2.1. Les représentations logiques	28
2.2.2. La représentation par traits de Pottier	29
2.2.3. Les dépendances conceptuelles de Schank	29
2.2.4. Les réseaux sémantiques	30
2.2.3. Les règles de production	31
2.2.4. Les frames et les objets structurés	31
2.3. Les mécanismes de raisonnement	33
2.3.1. Le raisonnement déductif	34
2.3.2. Le raisonnement analogique.	34
2.4. Présentation de quelques applications	36
2.4.1. Shrdlu : la représentation d'un micro monde	36

2.4.2. Les systèmes de génération automatisés .....	36
Conclusion du chapitre 2 .....	38
<i>Chapitre 3 : Approche cognitive de la représentation des connaissances spatiales</i> ....	39
Introduction .....	39
3.1. Notion de perception visuelle .....	40
3.2. Vers une approche cognitive du langage .....	42
3.2.1. Les représentations symboliques de B. Pottier .....	42
3.2.2. Approche conceptuelle de R. Jackendoff .....	43
3.2.3. La catégorisation de Langacker .....	44
3.2.4. La Grammaire Applicative et Cognitive (GA&C) .....	44
3.2.4.1. Démarche de modélisation .....	48
3.2.4.2. Représentation de l'action .....	52
3.2.4.3. Représentations sémantico-cognitives .....	53
Conclusion du chapitre 3 .....	54
Conclusion de la première partie .....	55
<b>Deuxième partie : Etude des représentations spatiales</b> .....	<b>56</b>
Introduction de la deuxième partie .....	57
<i>Chapitre 4 : Définitions d'usage</i> .....	58
Introduction du chapitre 4 .....	58
4.1. Position relative / position absolue .....	59
4.2. Configuration .....	60
4.3. Points de référence .....	62
4.4. Le champ de vision .....	63
4.4.1. La ligne d'horizon .....	63
4.4.1.1. Le point d'origine de l'angle de vision .....	64
4.4.2. Détermination des zones par rapport aux axes vertical, horizontal et par rapport à l'origine .....	65
4.4.2.1. Axe horizontal .....	66
4.4.2.2. Axe vertical .....	67
4.4.2.3. Axe de la profondeur .....	67
4.4.2.4. Interprétation de la combinaison des axes .....	68
4.4.3. La contiguïté des zones .....	70
4.4.4. La position relative complexe .....	72
4.4.4.1. Exemple 1 .....	73
4.4.4.2. Exemple 2 .....	75
Conclusion du chapitre 4 .....	78
<i>Chapitre 5 : Modélisation d'un objet et de son déplacement</i> .....	79
Introduction .....	79
5.1. Les caractéristiques spatiales d'un objet .....	80
5.1.1. Les propriétés spatiales d'un objet .....	81
5.2. Les règles de localisation .....	83

5.2.1. Les primitives de localisation.....	83
5.2.2. Les règles déterminant la localisation .....	84
5.3. Les marqueurs spatiaux .....	85
5.3.1. Caractéristiques du lexique .....	85
5.3.2. Le problème de la subjectivité .....	85
5.3.2.1. L'estimation d'une distance .....	86
5.3.3. Le cas des occurrences composées .....	87
5.3.3.1. Cas de devant / derrière .....	88
5.3.3.2. Cas de droite / gauche .....	90
5.3.3.3. Cas de dessus / dessous .....	92
5.4. Le traitement de l'action .....	93
5.5. Méthodologie .....	99
5.5.2. Le facteur contexte .....	100
5.5.3. Succession versus causalité .....	101
5.5.4. Les caractéristiques du déplacement d'un objet .....	101
5.5.4.1. L'ambiguïté interprétative .....	102
5.5.4.2. Les valeurs de l'objet en déplacement .....	102
5.5.4.3. Les configurations induites par le déplacement .....	103
Conclusion du chapitre 5 .....	106
<i>Chapitre 6 : le concept de représentation spatiale</i> .....	108
Introduction .....	108
6.1. La représentation spatiale directe .....	109
6.2. La représentation spatiale indirecte .....	112
6.2.1. Les mécanismes en jeu .....	112
6.2.2. La puissance du langage naturel .....	113
6.2.3. Caractéristiques de la représentation spatiale indirecte .....	115
6.2.4. De l'implicite au contexte .....	115
6.3. Notions d'actions atomiques / actions complexes .....	117
Conclusion du chapitre 6 .....	119
Conclusion de la deuxième partie .....	120
<b>Troisième partie : Génération de représentations spatiales dynamiques</b> .....	<b>120</b>
Introduction de la troisième partie .....	122
<i>Chapitre 7 : ingénierie linguistique</i> .....	124
Introduction .....	124
7.1. La reconnaissance des entrées utilisateur .....	125
7.1.1. Etablissement du lexique et des structures d'actions .....	127
7.1.2. Le traitement de la requête .....	132
7.1.2.1. Les interrogatives directes .....	132
7.1.2.2. Les interrogatives indirectes .....	133
7.1.3. Le temps des verbes .....	134
7.1.4. Le traitement de l'anaphore .....	139

7.2. Les sorties .....	142
7.2.1. Le point de référence .....	143
7.2.1.1. Les requêtes concernant les actions .....	143
7.2.1.2. La production d'une réponse par le système .....	144
7.3. Le traitement des demandes mal formulées .....	148
7.4. Le schéma de dialogue .....	150
Conclusion du chapitre 7 .....	150
<i>Chapitre 8 : Ingénierie informatique</i> .....	152
Introduction .....	153
A. Un jeu de briques particulier .....	154
8.1. Analyse du problème .....	154
8.1.1. Les déplacements du robot .....	154
8.1.2. Les manipulations et les déplacements d'objets .....	156
8.1.3. La production d'un énoncé .....	157
8.2. Architecture logicielle .....	159
8.2.1. Analyseur de traitement des concepts et des structures .....	159
8.2.1.1. Les structures .....	160
8.2.2. L'exécution des actions .....	161
8.3. Principe fonctionnel .....	164
8.3.1. Menu de démarrage .....	164
8.3.2. Le jeu .....	164
8.3.3. Principe de fonctionnement du logiciel .....	165
8.3.3.1. Démarche algorithmique simplifiée .....	166
8.3.3.2. Démarche algorithmique détaillée .....	166
B. Etude de textes .....	170
8.4. Approche adoptée .....	170
8.4.1. Déterminer le domaine .....	171
8.4.1.1. Définir le domaine .....	171
8.4.1.2. Définir le domaine .....	172
8.4.1.3. Définir les objets .....	172
8.4.1.4. Déterminer les expressions typées du spatial .....	173
8.4.2. Modélisation d'un texte [2 : revue technique automobile] .....	175
8.4.2.1. Proposition d'architecture logicielle .....	178
Conclusion du chapitre 8 .....	180
Conclusion de la troisième partie .....	181
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>182</b>
Bibliographie .....	184
Annexes .....	198
Annexes A .....	204
Annexes B .....	205
Annexes C .....	236

# INTRODUCTION GENERALE

## 1. Un problème ancien

L'organisation de l'espace et les règles topologiques qui y sont attachées suscitent depuis l'antiquité des débats d'ordre philosophique. Ainsi, Aristote aborde l'espace sous l'angle de l'emplacement des corps, en déterminant des relations spatiales non constantes entre ces corps et l'homme (mobile), alors qu'elles sont constantes dans la nature, du fait de la constitution des corps naturels : les corps légers sont en haut, les lourds en bas. Leur position, dans ce cas, est alors uniquement un objet de pensée, puisqu'elle est relative à l'homme. On doit à Descartes la description des points de l'espace avec des coordonnées réelles dans un repère : deux coordonnées réelles sont établies pour un point du plan, trois pour un point dans l'espace. Quant à Bertrand Russell, il défend la thèse de l'atomisme logique, que nous résumons de la manière suivante : les faits sont indépendants les uns des autres, et leurs relations leurs sont extérieures. Chaque fait peut être représenté par une proposition simple (ou atomique), et les propositions complexes ne sont que des combinaisons logiques de propositions simples. Wittgenstein, à la suite, introduit la théorie de proposition représentation. Selon lui, une représentation ne peut être tout à fait identique à son original. La partie commune qu'ils partagent est une forme de représentation.

Ces conceptions philosophiques sont à la base du travail que nous présentons, dans une optique linguistique et informatique.

D'un point de vue purement linguistique, l'étude de l'expression de l'espace et du déplacement en langue naturelle est généralement abordée au moyen des notions de lieu et de localisation. Les travaux linguistiques liés à l'étude spatiale s'attachent à démontrer le rôle crucial de la préposition en français dans l'expression des relations spatiales. L'analyse sémantique détaillée des expressions spatiales en français met en lumière le rôle des verbes et des adverbes dans la description du déplacement, introduisant aussi une notion temporelle, que nous n'exploitons pas pour des raisons de modélisation informatique.

## **2. La démarche**

Notre priorité, dans ce travail, est d'élaborer un modèle théorique permettant à un système informatique de situer un objet dans l'espace. Notre démarche s'inscrit de la manière suivante :

- Tout d'abord, comprendre comment un être humain procède pour construire une représentation spatiale, ce qui nous permet de limiter le champ d'investigation aux seules compétences visuo-perceptives humaines ;
- puis, modéliser un espace générique, schématique, facilement transposable à des domaines spécifiques ;
- chercher dans le langage naturel des concepts qui permettent de décrire des relations spatiales ;
- enfin, trouver un contexte d'application du modèle qui illustre à la fois sa généralisation et sa capacité d'adaptation à un cas particulier.

La technologie Traitement Automatique des Langues est traitée lors de l'approche automatisée du traitement des énoncés et du lexique lié à l'espace.

La dimension cognitive correspond à l'étude des compétences visuo-perceptives de l'être humain sans le cadre de la représentation de l'espace.

La dimension linguistique s'appuie, quant à elle, sur un distributionnalisme restreint.

## **3. Les problèmes induits par la construction d'une interface en langage naturel**

Le but de tout système informatique dédié à la production de connaissances est de communiquer à l'utilisateur une information utile et pertinente. Lorsqu'un utilisateur humain pose une question à un système informatique, il attend de celui-ci fiabilité de la réponse, induisant une bonne compréhension de la question, et interface simple et pratique. A cet effet, le langage naturel reste l'une des solutions les plus acceptables en terme d'ergonomie, en raison de sa facilité d'utilisation.

Dans un système performant, on ne peut, d'une manière réaliste, envisager toutes les questions susceptibles d'être posées par un éventuel utilisateur, même si, dans notre cas, les questions sont thématiques. Nous ne pouvons que prévoir les formes, et non les contenus. Au-delà du travail anthropo-descriptif, nous nous attachons à démontrer que les indices linguistiques relevés dans un énoncé sont formalisables à l'échelle du monde de référence.

Ordinairement, lorsque les systèmes informatiques utilisent le langage naturel comme interface de communication, il peut être difficile de distinguer une compréhension apparente d'une compréhension réelle. En particulier, l'interrogation d'une base données en langage naturel n'est souvent qu'un montage de requêtes permises par la base de données, ce qui est parfaitement justifiable dans la mesure où le contenu des échanges est limité de façon intrinsèque à des combinaisons de certains opérateurs de base. La partie du langage naturel prise en compte est dans ce cas très limitée et parfaitement définie. Le choix des mots est étroitement lié à l'application. Le passage d'un concept à un autre ou d'un groupe de concepts à un autre est lié à des formes linguistiques particulièrement adaptées.

L'interprétation d'un énoncé (sens des mots) nécessite des informations sur le monde ou le domaine traité, appelé aussi monde de référence. C'est le cas notamment des connaissances de bon sens, et des métaconnaissances, ou règles d'agencement des connaissances. C'est pourquoi il est généralement nécessaire de travailler sur des domaines restreints. L'approche adoptée dans ce travail est donc la suivante : le lexique ne peut être défini qu'*en contexte*, le sens étant dépendant du contexte thématique. L'analyse en terme de concepts du langage naturel appliqué au monde de référence est la clé de toute interface homme/machine.

#### **4. L'approche adoptée**

Le domaine de la *compréhension automatique* renferme toutefois une complexité visible et sous-jacente, et toutes les approches ne sont pas équivalentes, dans le sens où elles n'abordent pas le problème sous le même angle. En ce qui concerne ce travail, nous avons privilégié une approche de type cognitive, parce que nous

pensons que cette approche est la plus fidèle à l'intuition que l'on se fait de l'organisation des connaissances.

Notre hypothèse de travail s'appuie sur le fait qu'il nous semble indispensable de connaître et d'élaborer à tout moment une représentation spatiale d'objets en situation. Ces objets sont manipulés par un robot, commandé par un utilisateur humain. Cet utilisateur humain dispose d'une interface en langage naturel.

La base formelle de ce travail repose sur le développement d'une organisation spécifique des connaissances liées à la spatialité, en s'appuyant sur une étude de type cognitive des capacités visuo-perceptives d'un être humain. La perception visuelle est la perception des rayonnements lumineux réémis par l'environnement qui nous entoure. La vision constitue la modalité sensorielle dominante chez l'homme.

Les principaux aspects du problème se définissent par la spécification du domaine, la représentation des actions et plus généralement des configurations, l'identification des connaissances et des opérations à exécuter, et la validation du modèle par l'expérimentation.

Le système des représentations visuo-spatiales présente l'avantage de traiter l'information de type spatial sous une forme facilement compréhensible pour un utilisateur lambda, qu'il soit néophyte ou expert du domaine traité. En ce sens, la question des relations entre le langage et la cognition spatiale constitue une thématique privilégiée pour les sciences cognitives. En effet, le langage naturel employé comme interface présente un double aspect. D'une part il constitue un système de représentation du monde, et en ce sens, il dispose du pouvoir de fixer une réalité, et d'autre part il s'inscrit comme un objet d'analyse.

La représentation et le traitement de données spatiales ont longtemps constitué un domaine dont le développement était modeste. Dans la description habituelle d'une configuration, l'être humain utilise un système de référence où la perception visuelle joue un rôle déterminant. Nous utilisons notre environnement pour nous situer et repérer les objets qui composent cet environnement et nous avons recours à des stratégies linguistiques pour interpréter des configurations. Les interactions entre l'activité langagière et la construction d'une représentation mentale sont alors mises en évidence.

Au problème de la génération de représentations topologiques, nous posons comme hypothèse de départ qu'il est possible de localiser à n'importe quel moment les objets d'un monde, qu'ils soient virtuels ou non, à partir des informations contenues dans la question de l'utilisateur, et des connaissances spatiales du système.

Notre apport, par ce travail, consiste donc à engendrer des *représentations topologiques* à partir des informations contenues dans les questions d'un utilisateur, et des connaissances génériques et propres au système.

L'aspect compréhension du langage naturel porte sur la capacité du système à activer une représentation en fonction de la question de l'utilisateur. Son fonctionnement repose sur la modélisation, la conceptualisation et la structuration d'un micro monde. Celui-ci figure un espace où l'on peut déplacer des briques à l'aide de requêtes en langage naturel. On peut, à tout moment, demander au système de restituer une information de type localisation des objets, celui-ci reconstruit alors un énoncé décrivant la représentation spatiale en cours. Le système produit une information nouvelle à chaque intervention de l'utilisateur, celle-ci porte sur l'organisation et les caractéristiques spatiales des objets modifiés par l'utilisateur. La construction dynamique de représentations relève des sciences cognitives, en ce sens qu'elle fait appel à des mécanismes perceptifs, des processus mentaux. Elle se fonde sur une interprétation d'après des indices perceptifs anthropologiques.

L'élaboration du modèle théorique exige un modèle de compréhension, qui prenne en compte des définitions, comme celles de compréhension, de représentation des connaissances, ou encore des notions comme celle de représentation spatiale.

Il nous paraît ici utile de préciser que le domaine d'application de ce travail n'est utilisé qu'à des fins illustratives, afin de mettre en lumière les différents problèmes que pose la génération de représentations spatiales dynamiques. Il ne s'agit pas ici d'élaborer un système de compréhension uniquement adapté au domaine étudié, mais un système dont le domaine d'application peut être substituable. Ce dernier fait constitue l'une des conditions les plus importantes de

ce travail de recherche. L'autre point essentiel de cette étude est l'élaboration du modèle théorique sous jacent.

## **5. Le plan**

Ce travail se présente en trois parties. La première est consacrée à la présentation des mécanismes de compréhension et représentation des connaissances.

Dans la seconde partie est développé le modèle théorique intrinsèque.

Enfin, la troisième partie expose l'application linguistique et informatique du modèle.

## **Première partie**

### **Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances**

**Chapitre 1 : Le traitement du sens**

**Chapitre 2 : La représentation des  
connaissances**

**Chapitre 3 : Approche cognitive de la  
représentation des connaissances spatiales**

## **INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE**

L'étude de la compréhension d'une langue se situe au carrefour de plusieurs disciplines telles que la psychologie, les sciences cognitives, la linguistique, la biologie, les neurosciences, la sociologie et l'intelligence artificielle. C'est une activité dont le but est l'exploitation d'une grande quantité de connaissances, pour l'essentiel spécifiques d'un domaine particulier. En effet, les systèmes privilégiés sont de type MUC<sup>1</sup>, et non plus universels, les nombreuses applications dans ce sens ayant été abandonnées, d'une part parce qu'elles font appel à un nombre de ressources trop élevé et difficilement gérable, et d'autre part, parce que ces systèmes ont un rendement très faible, au vu des ressources utilisées (manque de fiabilité) du fait de facteurs endogènes propres aux langues, notamment les ambiguïtés.

Les mécanismes intervenant dans le processus de compréhension sont nombreux et dépendent de tant de facteurs qu'il est difficile, actuellement, d'isoler et de décrire celui-ci de manière absolue. De nombreuses données restent encore obscures dans leur rôle, leur degré d'interaction et leur comportement dans le processus global. La perception sensorielle, les divers mécanismes de la mémoire, l'apprentissage, le raisonnement, le contexte situationnel et culturel interagissent pour conférer un sens à une situation, à un texte.

Actuellement, la compréhension automatique est assignée à plusieurs tâches, qui sont principalement : la compréhension de textes (dédiée à la traduction automatique, la recherche et l'acquisition d'informations, la génération de texte), la reconnaissance vocale, la reconnaissance d'images et de situations. Ces applications sont actuellement assez isolées les unes des autres, et ne fonctionnent que par domaines de spécialisation.

La compréhension de textes est subordonnée à des problèmes bien spécifiques. Il nous faut bien noter que l'activité de compréhension sous-tend dans ce cas

---

<sup>1</sup> Message Understanding Conferences [1996], compétitions inter entreprises organisées autour de l'extraction d'informations aux USA.

l'activité d'interprétation. Toute opération de compréhension chez l'humain procède au préalable d'une interprétation<sup>2</sup>. Or, le phénomène d'interprétation est à l'origine de discussions telles que celles de la prise en compte du contexte, de la pertinence de la tripartite syntaxe / sémantique / pragmatique initiée par Morris, de l'adéquation des modèles utilisés en Intelligence Artificielle, notamment les représentations. Enfin, se pose la question de savoir ce que l'on entend par « *compréhension automatique* » ?

Dans le *chapitre 1*, nous abordons des notions telles que la compréhension de textes, et l'influence du contexte. Dans le *chapitre 2*, nous traitons plus particulièrement de la connaissance, et des mécanismes de raisonnement disponibles en traitement de la connaissance. Dans le *chapitre 3*, nous considérons des approches plutôt cognitives.

---

<sup>2</sup> Winograd Terry (1986), L'intelligence artificielle en question.

## **CHAPITRE 1 : LE TRAITEMENT DU SENS**

### **INTRODUCTION**

Une grande quantité d'informations et de connaissances sont nécessaires à la construction du sens. Plus la quantité d'informations disponibles dans le texte est grande, plus la lecture nous rapproche de la réalité ; plus nous inférons des connaissances implicites, et plus nous sommes dans le domaine du plausible. Deux courants linguistiques s'opposent à ce sujet : pour les premiers, les informations spécifiées dans le texte suffisent à la compréhension, pour les autres doivent être inférées des connaissances extra-textuelles, c'est-à-dire des informations liées au contexte. Ces informations sont le plus souvent de type culturelles, ou situationnelles.

C'est à partir de ces données que se pose le choix du modèle et des ressources propres au système, dans le but de bien évaluer les objectifs du modèle, afin que la théorie sur laquelle porte notre choix soit la mieux adaptée aux tâches que nous demandons au système de réaliser.

Nous proposons dans une première articulation d'explicitier la notion de contexte lorsque la signification est fixée intra-linguistiquement.

Puis, nous examinons une deuxième approche, dans laquelle la compréhension d'une situation se réfère à la prise en compte d'un contexte situationnel normatif et social, et des connaissances extra-linguistiques.

Dans une deuxième articulation, nous examinons comment le concept de compréhension est traité dans une optique intelligence artificielle.

Enfin, nous nous intéressons à quelques applications découlant de ces théories.

## 1.1. L'Approche linguistique

La recherche d'automatismes dans le processus de compréhension du langage naturel est un problème complexe. La compréhension d'une situation dépend d'un nombre considérable de connaissances. La preuve en est que lorsque que nous voulons extraire des informations à partir de textes, il est plus économique et plus fiable de se cantonner à des textes appartenant à une thématique déterminée, afin d'éviter les problèmes liés à la polysémie causée par l'explosion combinatoire donnée par tous les contextes possibles.

Le rôle du contexte est librement apprécié, selon la position que l'on adopte au départ : le sens est-il absolu ou dépendant du contexte dans lequel il est énoncé ? Si « *ce que nous comprenons est basé sur ce que nous savons déjà* »<sup>3</sup> alors le processus de compréhension repose sur un certain nombre d'opérations mettant en œuvre les processus de la mémoire et de l'apprentissage des situations, et non plus seulement les signes linguistiques qui constituent un texte.

### 1.1.1. L'approche distributionnelle

L'approche distributionnelle est essentiellement axée sur la syntaxe. Son fonctionnement repose sur l'analyse par micro-contexte. La référence d'un signe linguistique étant posée, son interprétation résulte d'opérations logiques. La formalisation de la sémantique se réalise au moyen d'une classification du lexique, utilisant généralement un modèle taxinomique. La nominalisation, la lemmatisation permettent de décontextualiser le terme. « *La définition ainsi arrêtée permet, au moyen de calcul sémantique, d'aboutir à l'interprétation de phrases types, au sens « littéral »* »<sup>4</sup>. Cette approche suppose au préalable que l'interprétation d'un signe ne présente que peu d'ambiguïté. Un terme ne pouvant apparaître que dans un nombre limité de contextes, ceux-ci peuvent donc être répertoriés de manière exhaustive. Cette approche a été largement utilisée dans le

---

<sup>3</sup> Winograd Terry , Flores (1986), L'intelligence artificielle en question, PUF, Paris..

<sup>4</sup> Rastier François (1996), Sens et textes, Didier.

cadre des systèmes de traduction automatique dits de « première génération »<sup>5</sup>, et elle est parfaitement adaptée aux systèmes de traduction qui transposent du vocabulaire issu de langage technique d'une langue à l'autre. Ce type d'approche présente l'avantage de stocker le vocabulaire dans des bases de données, ce qui permet d'effectuer des correspondances de termes, voire d'expressions d'une langue à l'autre. Une illustration parfaitement fonctionnelle de cette approche est le système INTEX du LADL, qui traite de la syntaxe et de la sémantique de plusieurs langues.

Cette approche présente un intérêt certain dans le traitement informatique d'énoncés. La substitution de mots et de séquences offre des possibilités efficaces en terme d'enrichissement des énoncés reconnus, grâce à l'ajout de synonymes, ou de phrases équivalentes.

### 1.1.2. L'approche interprétative

La notion de contexte recouvre les modalités dans lesquelles un énoncé peut être interprété. Selon cette approche, un signe isolé ne peut être interprété, puisque l'isoler le coupe précisément de ses conditions d'interprétation. Le sens est donc toujours le résultat d'une interprétation, car il se définit par ses contextes.

Pour J. F. Rastier<sup>6</sup>, le codage d'une unité linguistique résulte toujours d'une interprétation, et il convient de « contextualiser »<sup>7</sup>, c'est à dire de situer d'un point de vue social et normatif les textes traités. Le sens propre et le sens figuré, par exemple, sont par là même envisagés comme une dimension créative du langage. Le contexte permet de fixer le monde de référence dans lequel les connaissances sont exprimées. Les unités linguistiques traitées ne sont plus alors seulement un ensemble de mots ou de termes, mais des textes appartenant à une thématique particulière. La phrase ne prend sa signification qu'à l'intérieur d'un discours.

---

<sup>5</sup> Par exemple, le Système SYSTRAN utilisé dans les années 1960 par l'armée américaine pour traduire des textes russes en anglais.

<sup>6</sup> Rastier François (1996), Sens et textes, Didier.

<sup>7</sup> Idem (6).

Si le contexte permet de fixer le « monde de référence »<sup>8</sup> dans lequel les connaissances sont explicitées, alors toute représentation doit donc intégrer un certain degré d'implicite, cette dimension étant matérialisée par la notion de valeur de vérité attribuée à tout énoncé.

Le langage technique est conditionné par les évolutions technologiques. Le développement des connaissances (processus, outils, création) nécessite de remettre continuellement à jour la terminologie. Or, la technologie génère de l'information textuelle. L'indexation des termes technologiques relève, non pas uniquement de l'indexation automatique de textes, mais aussi d'une interprétation, ne serait-ce que pour établir les relations qui existent entre les termes.

Si le sens d'un mot n'est pas immanent, alors il résulte d'une interprétation, et se définit par ses contextes. La conséquence en est que la compréhension d'un mot n'implique pas la compréhension de l'énoncé qui le contient. Comprendre un texte ne consiste pas uniquement pas à additionner des unités de sens, c'est aussi et surtout « reconstruire » l'information. Les informations données par le texte, sont généralement insuffisantes, et des connaissances extra-textuelles, pragmatiques et implicites, apportent le complément d'information nécessaire à une bonne compréhension situationnelle. Le sens dépend souvent de paramètres extra-linguistiques (habitudes culturelles, niveau de connaissances)<sup>9</sup>.

Le texte contraint à des parcours de lecture. Les processus d'interprétation et de compréhension sont des processus dynamiques, et non figés une fois pour toutes. La compréhension d'une situation évolue avec et en fonction de nouvelles données. Le texte n'est pas réductible à une suite de phrases<sup>10</sup>. « Lire un texte consiste à évaluer sa plausibilité relative »<sup>11</sup>. Tout texte manifeste l'interaction de divers types de systèmes : système fonctionnel de la langue et système de norme.

---

<sup>8</sup> Kleiber Georges (1989), Problèmes de sémantique, la polysémie en question, Presse Universitaire du Septentrion..

<sup>9</sup> Kayser Daniel (1998), La représentation des connaissances, Hermes, Paris.

<sup>10</sup> Rastier François (1989), Sémantique interprétative, PUF.

<sup>11</sup> Rastier François (1989), Sens et Textualité, Paris, Hachette.

Le contexte non linguistique possède alors une incidence sur le texte, le contexte est alors équivalent à une convention sociale.

Il existe plusieurs techniques pour lever les ambiguïtés. On peut d'une part travailler sur des domaines restreints : une entrée = une information ; et déterminer les règles qui régissent les associations possibles. Les connaissances syntaxiques expriment alors les relations formelles entre des catégories de mots, indépendamment de leur contenu sémantique. Les connaissances sémantiques expriment les relations qui existent entre les mots et le contenu explicite du domaine traité : les objets et les actions déterminées. Les connaissances pragmatiques donnent des informations pour choisir la bonne interprétation, et correspondent à l'aspect implicite du sens.

Le sens du tout ne provient pas du sens de chaque élément. On peut comprendre une phrase ou un texte dans l'ignorance d'un ou plusieurs termes. La syntaxe n'est pas indispensable à la compréhension, même si elle produit du sens, en particulier pour ce qui concerne les nuances de sens. Dans un texte, une situation de communication, la non identification d'un élément ne peut empêcher la compréhension du tout.

Généralement, dans les formalismes sémantiques, les verbes représentent les actions. Les actions expriment un changement d'état : passage d'un état initial à un état final. Elles peuvent aussi représenter des événements dont certains objets sont acteurs.

Le sens des mots n'est pas non plus réductible aux normes du monde objectif. Les mots correspondent à notre intuition de la réalité. Les impressions, lorsqu'elles ne sont véhiculées que par des mots, ne peuvent être exprimées dans leur totalité. Alors que dans le langage naturel, c'est le sens qui se dégage de l'analyse en premier lieu : en identifiant un élément, on peut en déduire les autres. Dans un texte, la syntaxe, si elle ne constitue pas l'élément central, permet néanmoins de dégager la structure du texte.

## 1.2. Quelques formalismes sémantiques

### 1.2.1. L'approche logique

La logique a été l'une des méthodes les plus fréquemment utilisées pour formaliser la sémantique. Le problème est que les langages de représentations sémantiques amalgament souvent les mots et les symboles logiques comme, par exemple, dans le formalisme des réseaux sémantiques<sup>12</sup>. Le constat inhérent à ces formalismes est qu'ils exigent que la définition fixe la signification une fois pour toute. Nous avons vu ci-avant qu'un mot décontextualisé possède une signification indépendante de ses emplois en contexte. Cette méthode ne peut donc s'appliquer que sur les langages de spécialité. Or, « *Les langues de spécialité ne sont pas des langues mais des normes sociolectales : définies en tenant compte des pratiques où les textes sont produits et interprétés. Dans les textes scientifiques ou techniques, la plupart des unités distributionnelles sont des hapax.* »<sup>13</sup>. Si les langues de spécialité contiennent leurs conditions d'interprétation, peut-on dire que le traitement automatique des langues de spécialité ne traite pas du langage naturel ? Nous pouvons seulement dire que traiter un domaine restreint conduit à une interprétation optimale de ses unités linguistiques, et qu'il est utopique actuellement de penser traiter le langage naturel en général comme un domaine de spécialité. En effet, il est impossible de prédire toutes les significations qu'un mot peut potentiellement prendre. En l'état actuel des connaissances, il faudrait disposer de bases de données associées à une technique indiquant comment, à chaque utilisation du mot, on peut associer la signification qui convient.

### 1.2.2. L'approche sémantique de Roger Schank

Le modèle sémantique conçu par Roger Schank met en avant un traitement du langage naturel qui exclut complètement l'aspect syntaxique. Le modèle fonctionne sur le principe des dépendances conceptuelles. Il combine un nombre

---

<sup>12</sup> Rastier François (1989), *Sémantique interprétative*, PUF.

<sup>13</sup> Idem (12).

restreint de primitives. Les opérateurs permettent d'exprimer toutes les actions possibles de la vie courante en prenant en compte la dimension « *dynamique* » du langage, dans la mesure où la causalité est explicitement formulée. Des informations de type implicite devant en permanence être sollicitées, il est nécessaire d'effectuer des prédictions pour instancier les variables de certains prédicats. On peut reprocher au modèle de Schank la simplification contextuelle directement inhérente au nombre limité de primitives, et par conséquent la subjectivité du choix des primitives. Cette simplification contribue en fait à réduire et schématiser une situation et son contexte en fonction du modèle imposé.

### 1.2.3. Les graphes conceptuels

Les graphes conceptuels sont un système basé sur des graphes et des réseaux sémantiques, qui permettent d'obtenir un formalisme logiquement précis, facilement lisible. Les graphes conceptuels sont interprétés directement par l'homme et par le système ; de plus, leur représentation graphique les rend lisibles immédiatement. Un graphe conceptuel est composé de deux éléments types : le premier type est étiqueté par un concept, alors que l'autre est étiqueté par une relation. Une relation est reliée au moins à un concept, tandis qu'un concept peut être isolé.

*Schéma 1 : Représentation graphique d'un graphe conceptuel*



#### Représentation linéaire

[ciel]←(attr)→[clair]

Ce modèle permet d'encoder un ensemble de concepts, tout en fixant leur sens une fois pour toute pour un contexte donné. Ce type de modèle convient parfaitement à la représentation de textes techniques appartenant à un domaine entièrement délimité.

### 1.3. Mesurer la compétence linguistique d'un système automatique

L'un des moyens de contrôler la maîtrise d'une langue, réside en la capacité du locuteur à paraphraser<sup>14</sup>. Si l'on s'en tient à cette définition dans le cadre d'un processus de compréhension, cette capacité tendrait à confirmer une situation de compréhension. Dans le sens commun, une paraphrase est considérée comme un synonyme lexical, dans le sens où elle doit exprimer un même contenu (même signification) en employant des items différents. Une phrase dérivée produit *exactement* une équivalence sémantique. On peut aussi observer que le fait que décrire une situation d'une certaine manière dénote d'un point de vue particulier, la décrire avec d'autres mots témoigne d'un autre point de vue. On peut en conclure que, d'une manière ou d'une autre, exprimer un énoncé en langage naturel n'est pas anodin, puisqu'il détermine un comportement subjectif. Si la compréhension est une activité dirigée par des règles de transformation de phrases en d'autres phrases, elle est alors réductible en une suite de transformations, et tout le problème consiste à savoir à partir de quel stade la dernière phrase produite ne correspond plus à la phrase initiale. Et, là encore, tout n'est qu'une question de subjectivité.

Alors, comment montrer qu'un système automatique a compris ? Comment un programme peut-il reconnaître que quelque chose n'a pas de sens ?<sup>15</sup> A ces questions, plusieurs alternatives sont proposées par différents auteurs.

Jacques Pitrat<sup>16</sup> définit le mécanisme de compréhension par la reconnaissance d'objets. Leur description s'effectue à travers un certain nombre de propriétés, dont les règles d'emploi dépendent des métaconnaissances affectées aux règles d'emploi des connaissances.

---

<sup>14</sup> Fuchs Catherine (1996), *Les ambiguïtés du français*, Ophris.

<sup>15</sup> Sabah Gérard (1988), *L'intelligence artificielle et le langage*, Hermes..

<sup>16</sup> Pitrat Jacques (1985), *Textes, ordinateurs et compréhension*, Eyrolles.

Terry Winograd<sup>17</sup> envisage la faculté de compréhension dans sa globalité. Pour lui, la compréhension ne peut être appréhendée que d'une manière complexe, dans laquelle la perception sensorielle et la mémoire jouent un rôle prédominant. Il souligne notamment l'importance des mécanismes de déduction humaine, et développe l'opinion selon laquelle un ordinateur ne pourra jamais atteindre les facultés de compréhension d'un être humain.

Gérard Sabah<sup>18</sup> s'interroge sur ce que l'on est en droit d'attendre d'un système de compréhension, et sur la manière de montrer qu'un système automatique a compris. Il considère que les connaissances pragmatiques doivent encadrer les connaissances morphologiques, syntaxiques et sémantiques que le système possède. Il ajoute que le contexte permet de fixer le monde de référence dans lequel les connaissances sont explicitées. Toute représentation doit donc intégrer un certain degré d'implicite, cette dimension étant matérialisée par la notion de valeur de vérité attribuée à tout énoncé.

D'après Daniel Kayser, les phrases qui ont un sens sont d'abord syntaxiquement correctes, et leur traduction sémantique induit une connaissance indiscutable. « *Juger si une phrase a un sens ou non, c'est juger si la compréhension est possible ou non* »<sup>19</sup>. L'acceptation d'un énoncé est soumise à la subjectivité de celui qui le perçoit, et nous renvoie au problème de connaître s'il existe une bonne interprétation d'une phrase, et si plusieurs sont possibles, sur quels critères juger que l'une d'entre elles sera la plus appropriée. En règle générale, les individus mémorisent mieux la signification d'une phrase que la phrase elle-même. La mémoire est liée à des facteurs affectifs : on se rappelle un événement dans un contexte. La probabilité d'apparition des mots est liée au contexte<sup>20</sup>. On ne lit pas toutes les lettres d'un texte, car les lettres et les mots sont déterminés par ceux qui les suivent et ceux qui les précèdent. En outre, « *la compréhension d'une phrase*

---

<sup>17</sup> Winograd Terry, Flores (1986), L'intelligence artificielle en question, PUF.

<sup>18</sup> Sabah Gérard (1988), L'intelligence artificielle et le langage : processus de compréhension, Vol2, Hermes.

<sup>19</sup> Kayser Daniel (1988), La représentation des connaissances, Hermes.

<sup>20</sup> Peterfalvi J.M (1970), Introduction à la psycholinguistique, PUF.

*isolée nécessite la reconstruction d'un contexte plausible*<sup>21</sup> ». D'une manière générale, une bonne connaissance du contexte d'interprétation relève de la nécessité absolue.

Les relations sémantiques sont prévisibles, calculables, stables, alors que les relations pragmatiques dépendent des situations discursives, et sont aussi variables que les situations elles-mêmes<sup>22</sup>. Selon Jackenfoff<sup>23</sup>, dans la sémantique interprétative, l'opposition vrai / faux déforme le réel. Le sens d'une phrase est indépendant de la vérité, il s'agit de fonctions disjointes. Les mots imposent un découpage discret à une réalité qui ne l'est pas. Cette remarque est particulièrement vraie pour une échelle des valeurs, car on glisse de la nuance d'une signification à une autre, comme par exemple de « *petit* » à « *moyen* » puis à « *grand* », le tout étant de savoir si la référence qui permet la qualification est commune à tous les locuteurs. Encore une fois, on observe ici combien le caractère subjectif des appréciations personnelles est considérable lorsqu'il s'agit de sémantique.

La théorie de Grice<sup>24</sup> qui relève de la reconnaissance des intentions de l'interlocuteur, pose que si *P1* doit reconnaître l'intention communicative de *P2*, alors on a l'influence des connaissances mutuelles et du contexte sur l'interprétation. Etant donné une proposition, un certain nombre de connaissances est nécessaire aux raisonnements pour l'interpréter (suppositions contextuelles). Les conclusions permettant l'interprétation de la proposition donnée seront ses implications contextuelles : elles sont déductibles de la phrase et des suppositions contextuelles.

Sabatier considère que la compréhension automatique de textes est subordonnée à des problèmes spécifiques. D'un point de vue purement opératoire, un système de compréhension de textes se caractérise par sa capacité à se prêter à des tests de

---

<sup>21</sup> Perterfalvi J-M. (1970), Introduction à la psycholinguistique, PUF.

<sup>22</sup> Martin R. (1983), Pour une logique du sens, PUF.

<sup>23</sup> Idem (20)

<sup>24</sup> Sabah Gérard (1988), L'intelligence artificielle et le langage, Processus de Compréhension, Vol2, Hermes.

type DQR, où D représente les phrases déclaratives d'un texte ; Q, des questions portant sur ce texte ; et R, les réponses apportées aux questions Q par le système<sup>25</sup>. Un procédé de compréhension automatique doit posséder des connaissances linguistiques et un certain nombre de connaissances pragmatiques relatives au domaine touché par le texte. Ces dernières recouvrent les connaissances sur le monde, présentes sous une forme explicite.

#### 1.4. Exemples d'applications

Le Dictionnaire Explicatif et Combinatoire (DEC) de *Mel'čuk*, écrit pour le russe et le français, prend en charge, de façon systématique, l'axe paradigmatique dans le lexique (oppositions sémantiques, sélections sémantiques d'unités) et l'axe syntagmatique (enchaînements des unités lexicales dans le texte).

Le Dictionnaire Explicatif et Combinatoire se base sur trois éléments fondamentaux que sont la lexie, le dictionnaire et la lexicologie. La lexie est une unité lexicale qui est soit un mot pris dans une acceptation bien spécifique (lexème), soit une locution (phrasème). Selon *Mel'čuk*, une lexie est composée de

- un sens (signifié Saussurien),
- une forme phonique/graphique (signifiant Saussurien)
- un ensemble de traits spécifiés par l'indication du genre grammatical.

Une langue est constituée de lexies et de règles servant à la manipulation de ces dernières et les règles qui réunissent les lexies en syntagmes, les syntagmes en phrases et les phrases en discours.

La démarche de *Mel'čuk* est de partir d'une représentation sémantique pour

---

<sup>25</sup> Rastier François, Jean Pierre Desclés, Franz Guenther, Daniel Kayser, Bernard Levrat, Bernard Pottier, Paul Sabatier, Roger Schank (1987), Sémantique et intelligence artificielle, in Langages n° 87, Larousse, Septembre 1987.

construire des arbres syntaxiques à l'aide du lexique.

Les programmes de filtrage d'informations, d'indexation automatique de documents ou même de découpage thématique de textes se fondent généralement sur la présence d'indices de surface, de marques linguistiques spécifiques telles que certains connecteurs ou la fréquence de certaines occurrences non grammaticales pour accomplir une tâche spécialisée. C'est le cas en particulier de ceux qui utilisent comme source de connaissances un réseau de co-occurrences lexicales calculées à partir d'un vaste corpus de textes. On trouve une forme de cette conception au travers des systèmes d'extraction d'informations évalués dans le cadre des conférences MUC<sup>26</sup> [1996]. La compréhension se restreint alors au remplissage d'un schéma prédéfini spécifiant les attentes spécifiques du système. Même s'ils n'interprètent pas de questions et qu'ils n'engendrent pas de réponses, ces systèmes réalisent néanmoins de façon plus ou moins complète certaines des tâches que l'on peut attendre d'un système de compréhension de textes telles que la résolution des co-références ou la réalisation d'inférences visant à mettre en évidence des éléments implicites.

La sémantique du lexique peut aussi être traitée grâce aux classes d'objets<sup>27</sup> regroupant un corpus le plus exhaustif possible des collocations du lexique. On trouve un tel corpus en français dans les travaux de Gaston Gross.

---

<sup>26</sup> Message Understanding Conferences [1996], compétitions inter-entreprises organisées autour de l'extraction d'informations aux USA.

<sup>27</sup> Projet INTEX du LADL

## **CONCLUSION DU CHAPITRE 1**

L'examen du contexte immédiat n'offre pas une exploration suffisante si l'on s'applique à traiter du sens en terme de compréhension automatique. Il est nécessaire de considérer une unité dans l'environnement général où elle apparaît. La signification d'une phrase se constitue de manière globale. La thématique donne les informations qui permettent de lever un certain nombre d'ambiguïtés, la forme discursive renseigne sur la manière d'interpréter les données, et enfin le contexte détermine au local le sens d'un terme en fonction des informations recueillies dans le texte et inférées à partir de son contenu. Toute lecture procède d'une interprétation, de même que le codage d'informations. En effet, lire consiste aussi à évaluer la plausibilité d'un texte. La phase d'interprétation reste donc, consciemment ou non, une opération préalable à tout traitement automatique, si l'on veut traiter de la compréhension.

Le contexte détermine les connaissances qui sont valides à un instant donné, et sur lesquelles le système peut opérer. Le contexte représente donc l'espace des possibilités qui vont permettre d'interpréter à la fois ce qui est dit, et sur ce qui est non dit.

D'après Pitrat, la compréhension d'un texte consiste en sa traduction dans une représentation indépendante de toute langue naturelle<sup>28</sup>. Une représentation du sens peut être plus ou moins proche du texte initial, cela dépend de l'objectif assigné à la représentation du texte.

Un procédé de compréhension automatique doit donc posséder des connaissances linguistiques et un certain nombre de connaissances pragmatiques relatives au domaine touché par le texte. Ces dernières recouvrent les connaissances sur le monde, présentes sous une forme explicite.

---

<sup>28</sup> Pitrat Jacques (1985), Textes, ordinateurs et compréhension, Eyrolles.

## CHAPITRE 2 : LA REPRESENTATION DES CONNAISSANCES

### INTRODUCTION

On se place ici dans la situation de comprendre un texte dans une optique plus globale, celle de la représentation des connaissances.

La représentation des connaissances est une donnée fondamentale dès lors que l'on veut traiter de connaissances liées au langage. En Intelligence Artificielle, une première méthode consiste à fournir à un système les méta-connaissances nécessaires<sup>29</sup> à la production de connaissances ; on peut alors retrouver des connaissances attestées ou déduire de nouvelles connaissances. La seconde consiste à faire cohabiter une multitude de petits systèmes, d'où doit émerger la connaissance<sup>30</sup>. On considère alors que le système s'auto-améliore s'il passe d'un état 1 à un état 2 sans intervention extérieure, et si l'état 2 est jugé satisfaisant.

Dans la tradition rationaliste<sup>31</sup>, l'être humain rassemble des informations et construit des modèles mentaux selon une représentation fidèle de la réalité. La connaissance est alors envisagée comme une collection de représentations appelées pour être utilisées dans le raisonnement. Aussi la pensée est-elle considérée comme une combinaison de représentations.

Cependant, certains auteurs réfutent la possibilité selon laquelle on peut construire des systèmes capables de comprendre le langage<sup>32</sup>. L'observation selon laquelle « *Le problème est que la représentation est entièrement dépendante de*

---

<sup>29</sup> Pitrat Jacques (1995), De la machine à l'intelligence, Hermes.

<sup>30</sup> Aleksander Igor. & Morton Helen (1990), An introduction to neural Computing, Chapman.

<sup>31</sup> Bolo Jacques (1999), Philosophie contre Intelligence Artificielle, Lingua Franca.

<sup>32</sup> Winograd Terry, Flores (1986), L'intelligence artificielle en question.

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

*l'observateur* »<sup>33</sup> conduit à la conclusion qu'un ordinateur ne peut qu'opérer une simulation partielle de compréhension du langage, puisqu'il manipule des représentations symboliques que des individus produisent, en les assimilant à des faits.

François Rastier<sup>34</sup> affirme que « *c'est la technique computationnelle qui impose que la vie soit décrite comme une succession d'états mentaux.* ».

Soulignons toutefois que les difficultés rencontrées par une machine dans un mécanisme de compréhension automatique diffèrent sensiblement de ceux rencontrés par des humains. Ainsi, par exemple, le problème de l'inférence devient insurmontable dès lors que toutes les connaissances implicites ne sont pas explicitement présentes dans la base de connaissances, de même, le problème de la référence peut devenir irréalisable si le système est incapable de déterminer avec certitude les antécédents de certaines unités.

On s'accorde à penser que le langage ne peut intervenir qu'entre des individus qui partagent le même contexte, et, d'après Jacques Pitrat<sup>35</sup>, seule une représentation spécifique à un domaine précis garantit une fiabilité plus grande en terme de sens.

Dans ce chapitre 2, nous dégagons dans un premier temps les différents types de connaissances intervenant dans un système de traitement des connaissances, puis nous nous arrêtons sur les particularités des connaissances textuelles. Nous passons ensuite en revue les principaux modes de représentation, les raisonnements les plus utilisés, et nous concluons par quelques exemples d'applications.

---

<sup>33</sup> Idem (32)

<sup>34</sup> Rastier François (1989), *Sémantique interprétative*, PUF.

<sup>35</sup> Pitrat Jacques (1985), *Textes, ordinateurs et compréhension*, Eyrolles.

## **2.1. La modélisation des connaissances**

Il existe une différence fondamentale entre une base de données et une base de connaissances. La première existe telle quelle sous forme de fichiers informatisés organisés de diverses manières : par critères, tels que par exemple les auteurs, la chronologie, le thème, la discipline, etc., non-organisée : par exemple les informations issues d'Internet, ou encore conçue dans un objectif particulier d'exploitation ; tandis que la base de connaissances est élaborée à partir d'un savoir sur un domaine, une spécialité, fourni par des experts compétents, et organisée en fonction de son utilisation.

Les connaissances représentent les objets du monde, les faits définissent la classification des événements, les règles heuristiques de savoir-faire se rapportent aux métaconnaissances qui correspondent à l'expertise humaine. Les connaissances associées aux règles de bon sens sont de type permanente. Il devient alors nécessaire de délimiter le domaine d'application des connaissances manipulées dans le raisonnement afin de définir un contexte d'utilisation.

### **2.1.1. Les différents types de connaissances**

D'un point de vue méthodologique, les connaissances peuvent être divisées en deux catégories : les connaissances statiques et les connaissances dynamiques. Les premières concernent les connaissances stables du système, sans lesquelles un système de type expert ne peut fonctionner, que l'on qualifie parfois de connaissances par défaut, les secondes font référence aux connaissances issues d'un raisonnement du système. Notons ici que ces deux types de connaissances sont quelquefois comparés aux caractéristiques de la mémoire humaine, dans la tradition des sciences cognitives ; ainsi, les connaissances stables seraient équivalentes à la mémoire à long terme humaine, et les connaissances dynamiques à la mémoire de travail.

### **2.1.2. Particularité des connaissances textuelles**

Les textes scientifiques sont le vecteur privilégié de la communication de la connaissance. Si les systèmes experts permettent d'avoir un accès immédiat à

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

l'information, il est irréaliste de penser que l'on peut se passer de support textuel. Une information particulière est plus facilement consultable dans un texte aussi bien par des néophytes que par des experts, et les textes d'un domaine technologique en particulier peuvent facilement être mis à jour par l'ajout ou le remplacement de textes. Il est infiniment plus complexe d'intervenir sur un système gérant des connaissances, nécessitant la mise à jour des bases de connaissances et du système de représentation de ces connaissances.

Un texte peut lui-même être considéré comme une base de connaissances structurée et organisée avec des relations causales, spatiales et temporelles. Il est certes plus complexe de déterminer les connaissances pertinentes des connaissances redondantes. Un texte n'est pas constitué de connaissances mises bout à bout, c'est un ensemble ordonné d'événements structurés en vue de décrire, d'expliquer, ou de raconter quelque chose.

S'agissant de textes, d'un point de vue purement linguistique, on détermine généralement cinq types de connaissances : les connaissances lexicales qui permettent d'identifier les signes linguistiques composant le texte, les connaissances syntaxiques qui permettent de former des énoncés corrects, les connaissances sémantiques qui leur donnent une signification. Des connaissances culturelles, appelées aussi contextuelles ou encore pragmatiques et des connaissances de « *bon sens* », appelées aussi « *métaconnaissances* », implicites pour tout lecteur humain, sont en outre indispensables à la bonne interprétation d'un texte. Elles conduisent à spécifier et à guider la « *bonne interprétation* ». Traditionnellement, le terme « *extra-linguistique* »<sup>36</sup> est souvent employé pour désigner les connaissances pragmatiques, la référence au monde réel. En pratique, il concerne les connaissances devant être inférées à partir de celles contenues dans les textes, ou élaborées à partir du contexte situationnel.

---

<sup>36</sup> Kleiber Georges (1999), Problèmes de sémantique, La polysémie en question, Les Presses Universitaires du Septentrion.

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

Le texte peut aussi être considéré comme une structure possédant un niveau « *intratextuel* » qui comprend les morphèmes, les mots, les expressions figées, les phrases et les chapitres, et un niveau « *textuel* » qui concerne le texte dans son unité<sup>37</sup>.

D'une manière générale, toute spécialité dispose d'un lexique spécifique adapté à ses applications, lequel possède plusieurs particularités. D'une part, c'est un langage qui se positionne comme du langage naturel adapté à un domaine : nous relevons la précision du lexique, la particularité des collocations et leur caractère monosémique. D'autre part, toute une partie de ces textes relève du langage naturel d'une manière plus générale, c'est celui que l'on trouve dans les textes de type récit, sans restriction particulière. Il concerne le cadre du texte : la partie historique que l'on peut trouver au début, qui remplit un rôle de mise en situation du sujet, ou encore les applications possibles ou réalisées.

S'agissant du contenu des textes techniques, celui-ci s'articule autour d'un but général qui est d'apporter de la connaissance. On y trouve des séquences informatives qui ont pour but la transmission des connaissances, des séquences explicatives, des séquences argumentatives dont le contenu est conçu comme pouvant donner matière à débat, des séquences injonctives où l'on trouve des explications qui résultent des séquences informatives, et enfin des séquences semi-narratives qui consistent en un ancrage du texte dans un contexte déterminé par le domaine. Le texte est généralement théorique, accompagné d'une présentation objective des connaissances à transmettre, d'exemples d'application, sans implication de l'énonciateur.

---

<sup>37</sup> Rastier François (1996), *Sens et texte*, Didier.

## 2.2. La représentation du texte

Pour manipuler des structures ou des mots, il est un impératif certain : on doit en connaître le sens. Or, un système informatique ne manipule que des données, des symboles dépourvus de sens. Il lui faut donc utiliser un langage formel de représentation où les expressions s'expriment à l'aide de symboles à partir desquels les associations sont régies par des règles fixes. La représentation d'un texte ne peut faire appel qu'aux seuls indices linguistiques présents dans le texte. La tradition rationaliste exige que pour percevoir ou appréhender les choses, nous devons avoir dans notre esprit un contenu qui correspond à sa représentation mentale. Or, chaque représentation est le résultat d'une interprétation. La représentation d'un texte est donc une construction qui doit simuler les propriétés d'un domaine empirique. En pratique, on donne une description des objets modélisés et on effectue une expérimentation. Le modèle traite des données d'entrée, en l'occurrence le texte, et les transforme, en sortie, en représentation.

Il existe deux grands types de représentation de connaissances, le plus souvent complémentaires : les représentations déclaratives, dans lesquelles les connaissances sont décrites indépendamment de leur exploitation ultérieure, et les représentations procédurales, qui contiennent la façon dont les connaissances codées doivent être utilisées.

Nous présentons ci-après les formalismes les plus courants.

### 2.2.1. Les représentations logiques

Les représentations logiques figurent parmi les premiers outils pour formaliser les connaissances. Le calcul des prédicats du premier ordre est un langage destiné à exprimer des faits et des règles de déduction permettant d'inférer de nouveaux faits. Les formules correctes de ce langage sont constituées de prédicats appliqués à des arguments (qui peuvent être des constantes ou des variables); des connecteurs (ET, OU, NON, IMPLIQUE) représentés par ( $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\neg$ ,  $\supset$ ) et des quantificateurs ( $\forall$ ,  $\exists$ ). Ces formules sont évaluées sur l'ensemble des valeurs de vérité {vrai, faux}. L'expérience montre que la mise en place de tels

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

raisonnements ne peut se réaliser que dans des mondes extrêmement restreints. Les mécanismes fondés sur la logique tendent naturellement à ne réaliser les inférences que pour répondre à des questions ciblées.

### **2.2.2. La représentation par traits de Pottier**

Dans la mouvance du structuralisme, des linguistes comme Fodor, Katz et, en France, Pottier ont analysé et représenté un concept par un système de « *traits distinctifs* ». Dans ce système d'analyse componentielle, chaque lexème est représenté par des composants de sens appelés traits sémantiques, les « *sèmes* » qui opposent deux à deux les « *lexèmes* » qui doivent être différenciés. Cette analyse en composantes sémantiques n'utilise aucune relation, ni aucune hiérarchie entre les traits. Un exemple, désormais classique, de ce type de représentation est la description de sièges faite par Pottier. Les différents types de sièges comme *la chaise*, *le fauteuil* ou le *tabouret* sont représentés par un ensemble de sèmes. L'absence ou la présence d'un sème dans la description d'un siège sont définies par des (-) et des (+), zéro (0) pour l'indétermination

### **2.2.3. Les dépendances conceptuelles de Schank**

La théorie de Schank consiste à affirmer que tous les verbes de toutes les langues sont exprimables au moyen d'un petit nombre de primitives. Schank utilise les Dépendances Conceptuelles pour paraphraser un texte, traduire un texte dans un autre langage, tirer des inférences et répondre à des questions. La représentation est unique même si le texte contient une ambiguïté syntactique ou sémantique. Pour obtenir des représentations uniques et sans ambiguïté de signification, l'information implicite dans une phrase doit être rendue explicite. Obtenir l'information implicite nécessite de réaliser des inférences. A chaque mot est associé une structure sémantique qui détermine comment le mot peut se combiner avec les autres mots de la phrase. Le sens d'une phrase est déduit par combinaison des structures sémantiques des différents mots présents dans la phrase.

#### 2.2.4. Les réseaux sémantiques

Les réseaux sémantiques constituent un système de représentation dans lequel les concepts acquièrent leur signification par les liens qui les unissent à d'autres concepts.

Les réseaux sémantiques sont des graphes étiquetés dans lesquels les nœuds figurent des objets ou des concepts et les arcs étiquetés les relations (le plus souvent binaires) entre ces objets. Un réseau permet d'exprimer une hiérarchie ou une taxinomie de concepts et la proximité entre ces connaissances. Les réseaux sémantiques constituent plutôt un mode de représentation utilisé en complément d'un autre mode de représentation dans des domaines tels que celui de la compréhension du langage naturel.

Les ontologies, sur lesquelles sont basées la plupart des différents systèmes proposés pour la représentation des connaissances lexicales, sont fondées sur les notions de *concepts* et de *relations* entre ces concepts. Un concept n'existe que par l'ensemble des relations dans lesquelles il intervient. Le choix des concepts reste toujours quelque peu arbitraire, puisqu'il dépend à la fois des analyses linguistiques, des groupement de données disponibles, des contraintes techniques et de considérations de pertinence pour un domaine particulier.

A l'origine, les réseaux sémantiques étaient destinés à représenter le sens des mots par l'ensemble des liens qu'ils entretiennent avec les autres concepts<sup>38</sup>. Les insuffisances de cette notion pour représenter des connaissances complexes sont à l'origine du succès des schémas. Les schémas permettent de représenter un ensemble de concepts culturellement liés, les relations qu'ils entretiennent entre eux ou leur ordre chronologique, s'il s'agit d'évènements. Un schéma décrit typiquement une classe d'objets dotés de propriétés dont il faut spécifier les valeurs selon les circonstances (de façon déclarative ou procédurale). Les schémas

---

<sup>38</sup> Quillian, Ross (1968), Semantic memory, Semantic information processing : 227-270.

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

sont souvent organisés en réseaux et généralisent le formalisme des réseaux sémantiques. Parmi les principales applications, on trouve les notions de prototype et de scénario. Au lieu de définir une classe par les propriétés communes de ses objets, on définit un seul élément particulièrement représentatif : le prototype. Le modèle est destiné à effectuer la lecture de toutes les inférences prédéfinies dans une situation donnée, c'est pourquoi il est bien adapté à des mondes clos ou restreints.

### **2.2.3. Les règles de production**

Leur popularité est due aux systèmes experts. Une règle de production est de la forme : « *si condition alors conclusion* ». La partie condition est constituée d'une formule logique qui doit être vérifiée pour que la règle s'applique. La partie conclusion peut correspondre à l'ajout ou au retrait d'un fait ou d'une hypothèse, ou au déclenchement d'une action. Les règles de production se prêtent bien à l'expression du savoir-faire heuristique d'un expert. En revanche, elles sont mal adaptées à la description complète d'un univers d'application, du fait de leur pouvoir de structuration assez faible. Elles sont souvent couplées à une représentation par objets structurés.

### **2.2.4. Les frames et les objets structurés**

Les frames et scénarios regroupent de façon structurée l'ensemble des connaissances relatives à un objet, un concept, une situation typique. Un frame est composé d'un ensemble d'attributs qui correspond aux diverses notions relatives au concept représenté : les valeurs par défaut associées à un attribut lorsque la valeur réelle n'est pas connue, les contraintes que doivent satisfaire les attributs, des procédures comme « *si\_besoin* » qui se déclenchent lorsque la valeur de l'attribut est requise.

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

Marvin Minsky<sup>39</sup> définit un stéréotype comme une structure de données représentant une situation stéréotypée. Différentes sortes d'informations peuvent être attachées à un stéréotype : des informations relatives à la manière d'utiliser ou d'activer un stéréotype, des informations sur la prédiction d'évènements, des commandes à effectuer si certaines hypothèses ne sont pas réalisées sous certaines conditions, des données représentant les connaissances implicites que la machine doit nécessairement posséder. D'une manière générale, les stéréotypes décrivent et représentent tous les aspects d'une situation donnée, ils sont reliés entre eux pour former un réseau de stéréotypes.

En représentation des connaissances, la difficulté de ce genre de représentation relève du problème des présuppositions. Dans une situation de communication orale, l'émetteur du message présuppose toujours que son interlocuteur dispose des mêmes connaissances que lui. Dans un système automatique, toutes les connaissances nécessaires à l'élaboration d'un raisonnement doivent y figurer explicitement.

---

<sup>39</sup> Minsky Marvin (1988), *La société de l'esprit*, Paris, Interéditions.

### 2.3. Les mécanismes de raisonnements

Un raisonnement de la machine est une application mécanique des règles qui lui sont données. Des raisonnements automatisés adaptés au langage naturel ont été développés en Intelligence Artificielle. Il s'agit plus particulièrement du raisonnement déductif, du raisonnement sur des connaissances incertaines ou évolutives, ou encore du raisonnement plausible, ce dernier concernant l'induction ou l'analogie. Une fois le raisonnement qu'il convient d'appliquer identifié, se pose la question de savoir quand il faut le mettre en œuvre dans la compréhension automatique de textes.

Une première solution consiste, pour un système informatique, à n'effectuer les inférences qu'au moment où cela est nécessaire, en réponse à des questions, par exemple. Il est clair qu'un programme ne peut construire toutes les déductions que l'on peut tirer d'un ensemble de faits donnés. Cette conception pose cependant quelques problèmes à la réalisation. Par exemple, est-il possible de différer la réalisation de certaines inférences ? Celles-ci sont pourtant nécessaires à tous les niveaux, et en particulier dans l'analyse de la phrase pour résoudre les ambiguïtés sémantiques ou structurelles.

La deuxième solution consiste à se rapprocher du comportement humain. On sait qu'un lecteur est capable, dès la lecture, de coordonner les faits explicites et les faits implicites (naturellement déduits du texte), et qu'il se souvient plus facilement du sens que de la forme. Il s'agit alors de réaliser, lors de la lecture, les inférences nécessaires à la représentation du texte, ainsi que celles effectuées de manière automatique par tout lecteur humain, et de n'effectuer les autres qu'à la demande. En l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de trancher et de déterminer quelles sont les inférences nécessaires de celles qui ne le sont pas.

Gérard Sabah<sup>40</sup> propose une classification des inférences : les « *inférences présuppositionnelles* », qui sont légitimes sur le plan de la logique, et

---

<sup>40</sup> Sabah Gérard (1989), L'intelligence artificielle et le langage, Vol2, Hermes.

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

indispensables dans la mise en évidence du sens profond ; les « *inférences logiques* », qui ne sont pas indispensables et qui servent à la construction du lien entre les propositions ; et les « *inférences pragmatiques* », qui résultent de l'intégration de la structure sémantique dans l'ensemble des connaissances de la mémoire.

Mais les faits inférés n'ont pas tous le même degré de certitude. Certaines des conclusions que l'on tire d'un texte ne sont que des suppositions qui attendent d'être confirmées ou infirmées. On relève trois possibilités : la conclusion n'a aucun rapport avec les connaissances antérieures, on peut la stocker telle quelle ; la conclusion est identique à un fait déjà connu, explicite ou inféré, il s'agit alors d'une confirmation ; la conclusion est contradictoire avec un fait déjà connu, il faut alors effectuer de nouvelles inférences afin de déterminer s'il s'agit d'une situation spécifique en contradiction avec la situation générale, d'une information probable ou d'une mauvaise décision faite lors d'un choix précédent.

### **2.3.1. Le raisonnement déductif**

Le raisonnement déductif consiste à déduire d'un ensemble d'informations une information nouvelle. Ce type de raisonnement n'est pas réservé au domaine scientifique ; il est constamment mis en pratique dans la vie courante. Les inférences issues d'un tel mécanisme sont du type « *si X, alors Y* ». Des principes généraux de raisonnement concernent des propositions : « *si a est vrai, et si a implique b, alors b est vrai* ». Les conclusions sont quantifiées existentiellement. Les clauses sont quantifiées universellement. Les systèmes experts et les bases de données relationnelles utilisent largement ce type de raisonnement.

Dans les systèmes experts, les bases de données contiennent les faits et les assertions relatifs aux connaissances des domaines examinés. Les contraintes d'organisation et leur niveau de complexité ne sont pas déterminants, la structure des bases de données dépendant des règles de production.

### **2.3.2. Le raisonnement analogique**

L'analogie consiste à interpréter une situation nouvelle par comparaison à une

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

situation voisine déjà rencontrée. L'être humain l'utilise pour guider un raisonnement ou la résolution d'un problème, émettre des hypothèses sur un domaine peu familier, généraliser l'expérience acquise. Le raisonnement par analogie est d'une grande importance pratique, il est présent dans notre vie quotidienne, chaque fois que nous prenons une décision par référence à notre expérience. La compréhension de la langue naturelle nécessite le recours constant à l'analogie pour traiter des métaphores, par exemple. Toutefois, se pose la question difficile de déterminer quand deux objets ou concepts sont similaires. Les travaux entrepris sur l'analogie poursuivent en général deux buts bien distincts, mais complémentaires. Ils concernent d'une part une meilleure compréhension des mécanismes de l'analogie sous ses différents aspects, et d'autre part son utilisation à des fins de résolution de problèmes, de compréhension du langage naturel et d'apprentissage.

Le raisonnement par cas est une forme de raisonnement analogique. Il consiste à raisonner à partir d'expériences ou de cas déjà rencontrés pour résoudre de nouveaux problèmes. Raisonner par cas est une activité courante, aussi bien dans les situations quotidiennes où le bon sens intervient largement, que dans la vie professionnelle. En fait, il se dégage deux types de raisonnements par cas, qui interagissent. On trouve d'une part le type résolution de problèmes, qui intervient notamment dans des activités de diagnostic ou de planification, et qui consiste à générer de nouvelles solutions en se fondant sur d'anciennes. On trouve aussi le type « *explication* », rencontré dans les activités de classification, d'argumentation et de justification d'une solution, d'interprétation de données. Le raisonnement par cas est le type de raisonnement qui a donné lieu au plus grand nombre de développements pratiques, essentiellement dans les systèmes experts.

## **2.4. Présentation de quelques applications**

### **2.4.1. Shrdlu : la représentation d'un micro monde**

Shrdlu est un logiciel écrit en 1973 en langage Planner par Terry Winograd (MIT). Il s'agit de la modélisation d'un micro monde de blocs et de pyramides de couleurs diverses, accompagnés d'une boîte pour les ranger. Un bras virtuel permet à un utilisateur humain de manipuler ces objets, par une interface en langage naturel, lui permettant de donner des ordres et de poser des questions, auxquelles le système répond en décrivant l'emplacement des objets, et les motifs des manipulations effectuées, ou non effectuées. L'interaction utilisateur-logiciel permet en particulier d'échanger des informations concernant la possibilité d'effectuer telle ou telle action, en donnant l'impression globale que le système est « intelligent ».

Shrdlu intègre une grammaire de la langue anglaise constituée d'un dictionnaire et des règles sémantico-syntaxiques ainsi qu'une base de connaissances liées aux propriétés des blocs et de la surface de la table. Les connaissances du système sont représentées par des procédures, des tables de règles et des modèles. L'intégration, d'une part, de modèles et de connaissances syntactico-sémantique, et d'autre part le système de raisonnement de type déductif permet d'établir des réponses intégrant « un bon sens » apparent lié au objets et aux actions sur le micro monde.

Le programme accède à une représentation interne de ses actions (et actions possibles) sur le monde, qui lui permet d'inférer la possibilité d'effectuer une action, ou encore de reprendre une question ambiguë.

### **2.4.2. Les systèmes de génération automatisés**

Dans certaines situations, on doit générer du texte à des fins communicatives. Le problème est que pour un même message, il existe plusieurs représentations textuelles possibles qui n'ont pas toutes le même effet sur le lecteur. On doit donc identifier les contraintes qui permettent d'effectuer un choix parmi ces représentations. Plusieurs facteurs entrent en ligne de compte pour la production

## PREMIERE PARTIE : Mécanismes de compréhension et représentation des connaissances

d'un texte : l'expression de la causalité : dans ce cas, il faut donc que le générateur ait les connaissances linguistiques requises ; l'organisation du discours : il faut alors savoir comment passer du message aux mots, à partir des informations contenues dans le message ; l'intention du discours qui réfère au but visé par le discours ; et enfin la réalisation du texte : choix des mots et des formes grammaticales à l'aide des connaissances linguistiques.

On trouve plusieurs formalismes de génération. La première technique consiste à appliquer des patrons (*template*) de phrases prédéfinies avec des variables, qui viennent s'insérer à certains endroits prédéfinis. Il s'agit de simuler les sorties sans se préoccuper des opérations qui permettent d'y arriver, le programme Eliza<sup>41</sup> en est une illustration. On parle alors de « *générateur à trous* ». Une deuxième technique utilise des connaissances linguistiques associées à des règles syntaxico-sémantiques et rhétoriques. On trouve aussi des systèmes hybrides qui associent les deux techniques.

Par exemple le système Multimeteo est un système de production automatique de bulletins météorologiques disponible en plusieurs langues utilisant une technique hybride.

Le système Analogy, créé en 1963 par Tom Evans, est un système destiné à résoudre des tests d'intelligence fondés sur des analogies géométriques. Son fonctionnement repose sur la connaissance des relations topologiques (sur, dans, à gauche de...), des relations géométriques (plus petit que, plus grand que ...), des transformations géométriques (rotations, symétrie, similitude) et des modifications (suppression ou addition de tracés). Son auteur se fonde sur l'idée que, devant une situation donnée, le cerveau humain ne fonctionne pas selon les voies de la logique, mais en essayant de trouver des ressemblances avec des problèmes déjà rencontrés.

---

<sup>41</sup> Système expert développé par Weizenbaum en 1966.

## CONCLUSION DU CHAPITRE 2

Le moyen d'accès à l'information le plus naturel est incarné par le langage naturel. L'analyse informatique du langage naturel est la clé de toute interface homme/machine. De nombreux domaines d'application sont issus des recherches en Traitement Automatique du Langage. Ils traitent de la transformation des entrées linguistiques en données et instructions, comme par exemple dans les techniques de reconnaissance vocale ; du traitement des requêtes, avec des applications dans les interfaces grand public ; et enfin de systèmes expérimentaux d'analyse de textes.

Le codage de la connaissance doit obligatoirement faire référence à des postulats sur les méthodes de raisonnement. Or, le seul exemple idéal connu reste le raisonnement humain, même s'il existe des différences notables entre chaque individu. La difficulté se définit par le fait que chaque description de processus résulte de point de vue individuel, dont il faut synthétiser le fonctionnement, en tenant compte de facteurs aussi divers que les capacités sensorielles, motrices, perceptives, ainsi que de tout un ensemble de connaissances liés à l'expérience individuelle et collective.

## CHAPITRE 3 : APPROCHE COGNITIVE DE LA REPRESENTATION DES CONNAISSANCES SPATIALES

### INTRODUCTION

Les sciences cognitives visent à étudier scientifiquement les structures et le fonctionnement de la pensée et du cerveau humain. L'esprit humain est dans cette optique considéré comme un système de connaissances et de traitement de l'information, en interaction constante avec l'environnement. Nous livrons ci-après la définition que donne l'encyclopédie en ligne Wikipedia<sup>42</sup> :

*« Les **sciences cognitives** sont un ensemble de disciplines scientifiques visant à l'étude et la compréhension des mécanismes de la pensée humaine, animale ou artificielle, et plus généralement de tout système cognitif, c'est-à-dire tout système complexe de traitement de l'information capable d'acquérir, conserver, et transmettre des connaissances. Les sciences cognitives reposent donc sur l'étude et la modélisation de phénomènes aussi diverses que la perception, l'intelligence, le langage, le calcul ou le raisonnement... ».*

Notre intérêt porte, dans le cadre de ce travail, plus particulièrement sur l'interaction du langage et de la perception sensorielle, et plus spécifiquement la perception visuelle. Nous nous appuyons pour définir la notion de perception visuelle sur les travaux de Pierre Jacob<sup>43</sup>.

La représentation de l'espace donne lieu à de nombreuses études, nous consacrons, pour notre part, ce chapitre aux travaux de J. P. Desclés, et plus particulièrement aux développements consacrés à la modélisation de l'espace, dans la Grammaire Applicative et Cognitive (GA&C).

---

<sup>42</sup> Consulter le site Internet : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Sciences\\_cognitives](http://fr.wikipedia.org/wiki/Sciences_cognitives)

<sup>43</sup> Pierre Jacob (2005), Philosophie et Neurosciences : le cas de la vision, Ophrys, Paris.

### 3.1. Notion de perception visuelle

Les objets qui nous entourent peuvent être perçus à travers différentes modalités sensorielles : ils peuvent être vus, entendus, humés, goûtés ou touchés.

*« Percevoir un objet, c'est en être conscient. Percevoir un objet par la vision, c'est en être visuellement conscient, c'est-à-dire l'identifier ou le reconnaître grâce à ses attributs visuels. »<sup>44</sup>*

La vision permet de percevoir conjointement la forme, les contours, la texture, la taille, l'orientation, la couleur, la position spatiale et le mouvement d'un objet. La perception visuelle fournit un accès immédiat au monde. Lorsqu'il est confronté à une tâche perceptive, le système visuel doit résoudre certains problèmes spécifiques à l'information qui arrive au cerveau : premièrement, il doit réduire les ambiguïtés induites par le mécanisme de perception lui-même, c'est-à-dire le passage par la rétine et l'envoi des informations au cerveau, découper la scène visuelle en objets individuels et les distinguer de l'arrière-plan sur lequel ils se détachent, et enfin rapporter à un seul et même objet les attributs visuels qui lui sont propres.

De plus, les objets contenus dans une configuration ne sont jamais tous visibles simultanément.

Dès que deux objets sont visuellement perçus dans une scène, l'un des deux peut servir de repère pour localiser l'autre. Jacob dit alors que le second objet est localisé dans un référentiel « *allocentré* », c'est-à-dire que sa position est représentée dans un cadre de référence centré, non pas sur l'observateur, mais sur un repère qui appartient lui-même à la scène visuelle.

D'un point de vue computationnel, la perception des objets et le contrôle des actions sur les objets exercent des contraintes très différentes sur le système visuel. Dans une tâche de perception et de reconnaissance visuelle, l'objet doit pouvoir être identifié à partir de points de vue différents, à des distances et dans des conditions de luminosité variées. Le but fondamental de la reconnaissance visuelle est alors d'établir un lien entre un percept et des connaissances déjà

---

<sup>44</sup> Pierre Jacob (2005), Philosophie et Neurosciences : le cas de la vision., Ophrys, Paris.

stockées dans la mémoire de l'ordinateur. Un percept visuel doit donc être encodé avec les traits stables des objets afin de fournir au système un raisonnement encyclopédique des indices sur l'objet perçu.

Dans le cas de la préhension d'un objet, le système visuel doit pouvoir localiser une cible centrée sur l'objet en mouvement. Il doit fournir des informations visuelles sur l'orientation, la forme et la taille de l'objet à saisir et modifier très rapidement ces informations en fonction des mouvements de l'objet.

## **3.2. Vers une approche cognitive du langage**

### **3.2.1. Les représentations symboliques de B. Pottier**

Bernard Pottier insiste sur le rôle fondamental de la sémantique par rapport à la syntaxe. Pour Pottier, la sémantique est générale, en ce sens qu'elle ne doit pas se restreindre à décrire la sémantique d'une langue particulière mais plutôt viser à dégager une méthode d'analyse de la signification en dégageant des concepts, des schèmes, des opérations, des mécanismes et des niveaux descriptifs qui dépassent les sémantiques locales des langues particulières.

Cette sémantique générale fait appel à des schématisations abstraites qui trouvent des domaines d'application dans différents secteurs plus spécifiques comme le spatial, le temporel, le notionnel ou le modal. Ces schématisations résultent d'une observation et d'une généralisation du fonctionnement sémantique des langues.

Il distingue :

- (1) les schèmes analytiques qui sont les représentations mentales de événements,
- (2) les différents schèmes qui résultent d'opérations de sémiotisation relatives à une langue déterminée,
- (3) les mises en ordre discursif qui aboutissent à l'émission d'un discours ou d'un texte.

Le modèle d'énonciation de Pottier met en relation un niveau de représentations conceptuelles et cognitives avec leurs manifestations discursives ou textuelles dans une langue déterminée en construisant des schèmes intermédiaires qui dépendent étroitement des visées énonciatives de l'énonciateur.

Depuis longtemps, Pottier a toujours eu recours à des schématisations visualisées et à des figurations de représentations sémantiques. Il revendique cette utilisation comme moyen de communication entre linguistes et comme outil théorique de conceptualisation des relations et des schèmes sémantiques. Ces représentations figurales et visuelles sont donc les analogues visuelles de représentations symboliques que d'autres approches cherchent à exprimer dans des systèmes métalinguistiques.

B. Pottier distingue les concepts généraux et les concepts universaux appelés aussi les « *noèmes* ». Les premiers recouvrent les êtres et les choses du monde résultant d'une perception discrète du monde comme mâle / femelle // neutre, ainsi que les propriétés et les activités inévitables qui sont communes aux humains comme être couché, être assis, marcher ou courir. Les seconds sont les représentations relationnelles abstraites de l'expérience mais dont on trouve des traces dans l'organisation des langues.

### 3.2.2. Approche conceptuelle de R. Jackendoff

Dans son ouvrage *Semantics and Cognition*<sup>45</sup>, R. Jackendoff introduit une métalangue de type conceptuelle qui présente trois types de primitives: les premières : *PATH* (le chemin) et *PLACE* (le lieu) ; les secondes : *THING* (chose), *STATE* (état) ; et les troisièmes : *EVENT* (événement).

Il définit d'autre part des fonctions qui se subdivisent en :

1. Fonctions locales à deux arguments : *BE*, *STAY* et *GO* ;
2. Fonctions locales à un argument : *FROM*, *TO*, *AT*, *IN*, *ON* ;
3. Fonctions non locales à deux arguments : *CAUSE*, *LET* ;
4. Les indices de dérivation des fonctions locales dans d'autres domaines conceptuels comme *ident* (identification), *temp* (pour le temporel), *poss* (possessif), *circ* (pour circonstanciel).

Les états sont énoncés sous la forme :

[Etat *BE* (Chose *x*, [Place {*AT*, *IN*, *ON*, *UNDER*, ...} (Chose *y*))]

Les événements sont décrits sous la forme :

[Événement *GO* (Chose *x*, [Chemin [*FROM* (Chose *y*)], [*TO* (chose *z*)])]

Les « *non événements* » sont exprimés sous la forme :

[Etat *STAY* (Chose *x*, [Place {*AT*, *IN*, *ON*, *UNDER*, ...} (Chose *y*))]

---

<sup>45</sup> Jackendoff, R. (1983), *Semantics and Cognition*, MIT Press.

Les fonctions syntaxiques *sujet-de*, ou *objet-de* n'apparaissent pas sur les arbres syntaxiques, car les rôles thématiques sont définis en termes de positions d'arguments des fonctions de la manière suivante :

Thème	1 <sup>er</sup> argument de la fonction locale BE, GO, STAY
Localisation	2 <sup>ème</sup> argument de la fonction locale BE, STAY
Origine	2 <sup>ème</sup> argument de la fonction locale GO
Destination	2 <sup>ème</sup> , 3 <sup>ème</sup> argument de la fonction locale GO
Agent	1 <sup>er</sup> argument de la fonction CAUSE, LET

Afin d'illustrer son modèle de représentations, Jackendoff étudie les verbes *to run* (courir) et *to jog* (faire du jogging). Son étude montre que les deux verbes partagent la même structure conceptuelle mais diffèrent cependant dans leurs représentations. Jackendoff reconnaît que les structures conceptuelles ne peuvent pas représenter toute la signification d'un mot. Il fait remarquer leur incapacité à distinguer deux items comme duck (*canard*) et goose (*oie*) en utilisant des entités locales comme THING, ANIMATE, HUMAIN, ou même une sous-catégorie BIRD. Ajouter des traits sémantiques de la forme [ $\pm$  LONG NECK] ne résout pas de manière efficace l'ambiguïté, car, comme il le reconnaît lui-même, il serait ridicule d'ajouter de nouveaux traits à chaque fois que l'on se trouve en difficulté. Pour répondre à ce problème, Jackendoff observe, d'abord, que les *canards* et les *oies* se distinguent en général par leurs apparences. Il suggère donc que cette différence peut être exploitée par le modèle de représentation.

### 3.2.3. La catégorisation de Langacker

Langacker se donne pour objectif de définir notionnellement certaines catégories grammaticales, telles que les noms et les verbes. Traditionnellement, on définit les catégories grammaticales à partir de bases grammaticales plutôt que notionnelles, c'est-à-dire en fonction de leur comportement morpho-syntaxique. Langacker considère que ce comportement permet de découvrir une catégorie, mais que cette

catégorie doit être distinguée de sa caractérisation finale, le comportement grammatical de la classe des noms ou des verbes se définissant comme un *symptôme* de sa valeur sémantique.

Le modèle de Langacker est une synthèse de la catégorisation selon les prototypes et les schémas. La catégorisation, dans l'optique de la psychologie cognitive, reste subordonnée au jugement humain. L'appartenance à une catégorie est déterminée par les ressemblances mises en évidence par des exemples caractéristiques.

Si la caractérisation sémantique de la catégorie se limite aux prototypes, nombre de chercheurs ont suggéré que les objets physiques ont valeur de prototype pour les noms, tout comme les actions typiquement physiques sont des prototypes pour les verbes. Langacker admet cette hypothèse, mais il considère que les verbes et les noms se prêtent également à des caractérisations schématiques générales. Il affirme que tous les membres de la classe des noms, par exemple, et non seulement ses membres centraux, illustrent un schéma abstrait du nom. D'après Langacker, ces caractérisations schématiques sont universelles et non spécifiques à un langage. Il émet l'hypothèse que la plupart de ces primitives relèvent directement des phénomènes de perception visuelle et d'action motrice dans notre environnement spatio-temporel familier.

### **3.2.4. La Grammaire Applicative & Cognitive (GA&C)**

Les recherches de la GA&C s'inscrivent dans le cadre de l'analyse formelle de la sémantique du langage naturel. Le lexique joue un rôle central dans tout traitement automatique des langues naturelles. A part les traditionnelles approches de constructions de dictionnaires destinés au grand public, la plupart des applications en traitement automatique des langues naturelles se sont concentrées sur les informations syntaxiques que l'on peut extraire du lexique comme les dictionnaires électroniques du LADL<sup>46</sup>. Ces méthodes ont constitué une approche capitale pour les traitements automatiques mais qui semble insuffisante pour

---

<sup>46</sup> Gross M. (1968), Grammaire transformationnelle du français. 1. Syntaxe du verbe, Centilène et Silberstein (1990), Dictionnaires électroniques et analyse automatique de textes. Le système INTEX, Masson, Collection informatique linguistique, Paris.

mieux prendre en compte les problèmes sémantiques, en particulier ceux de la polysémie verbale. Le Traitement Automatique du Langage Naturel a besoin de dictionnaires sémantiques construits avec l'aide d'un langage conceptuel et formel indépendant des contraintes morpho-syntaxiques des langues; c'est la position du localisme cognitif que défendent plusieurs chercheurs comme R. Jackendoff avec les structures conceptuelles, les schémas conceptuels de B. Pottier et J-P. Desclés avec les représentations sémantico-cognitives. La présence d'un niveau cognitif est justifiée par :

« *Les interactions pertinentes que l'on peut espérer faire apparaître entre la perception visuelle, l'action motrice et le langage ne se manifestent explicitement ni dans les schèmes grammaticaux trop particuliers des langues, ni dans les schèmes conceptuels prédicatifs trop liés à l'activité cognitive langagière.* »<sup>47</sup>

Mais lorsqu'on veut simuler complètement les mécanismes de compréhension et de raisonnement, il semble nécessaire de faire appel à des représentations structurées afin de construire progressivement un univers référentiel au cours du processus de compréhension d'un énoncé, par des opérations de stockage, d'effacement et de traitement des informations extraites de l'énoncé. La syntaxe semble insuffisante pour révéler, à elle seule, la structure sémantique des langues naturelles et par conséquent du lexique verbal. Un même item verbal peut avoir des constructions syntaxiques identiques mais exprimer des significations différentes. Le modèle linguistico-computationnel de la Grammaire Applicative et Cognitive (GA&C) est développé par l'équipe LaLIC à partir

- des travaux généraux du modèle de S.K. Saumyan
- du travail de A. Culioli sur l'énonciation,
- du courant cognitif de B. Pottier, R. Jackendoff, RW Langacker,
- de l'extension cognitive du modèle par J.-P Desclés.

---

<sup>47</sup> Desclés, Jean Pierre (1990b), *Les représentations intermédiaires*, Sciences Cognitives : Quelques Aspects Problématiques, 1-2, Paris. Albin Michel.

- de la dimension computationnelle par l'utilisation du lambda-calcul et de la logique combinatoire typés, et l'utilisation de l'exploration contextuelle.

La GA&C est organisée en trois niveaux de description :

- 1) Le niveau **phénotype** morpho-syntaxique d'une langue naturelle particulière. Il est composé du lexique de la langue, de la syntaxe et des règles morphologiques liant les lexèmes d'un texte. A la sortie de ce niveau, on a une représentation applicative morpho-syntaxique des phrases sous forme d'opérateurs et d'opérandes de types différents.
- 2) Le niveau **génotype** essentiellement grammatical. Il décrit les structures grammaticales (syntaxiques et sémantiques) les plus générales du langage. On construit, ici, les représentations des relations prédicatives. Une relation prédicative est composée d'une combinaison d'opérateurs grammaticaux qui s'appliquent à un prédicat et à ses arguments. A la sortie de ce niveau, on obtient une représentation applicative grammaticale des phrases.
- 3) Le niveau **cognitif** décrit une certaine représentation du sens des prédicats et des arguments du niveau génotype à partir des schèmes sémantico-cognitifs. Les schèmes sémantico-cognitifs sont la représentation cognitive de la signification d'un prédicat et de ses arguments.

L'équipe LaLIC se propose d'automatiser, pour un domaine restreint du français, les processus de mise en correspondance entre énoncés du langage naturel et représentations sémantico-cognitives relevant aussi bien du grammatical et du lexical pour mettre en place des architectures informatiques. Un schème sémantico-cognitif représente, au sein d'une structure abstraite, la signification d'une occurrence d'un verbe insérée dans un contexte précis. Les éléments nécessaires à la construction de tels schèmes sont des unités qui ne se trouvent pas directement dans une langue mais qui sont purement conceptuelles et cognitives. Ces primitives sémantiques servent à faire émerger des schèmes sémantico-cognitifs et des invariants sémantiques, des archétypes cognitifs qui donnent une possibilité d'organiser le domaine lexical, de le décrire à un niveau sémantique, sans pour autant dépendre d'une quelconque langue naturelle.

J.-P. Desclés fait l'hypothèse que la plupart de ces primitives relèvent directement des phénomènes de perception visuelle et d'action motrice dans notre environnement spatio-temporel familier. Les schèmes sémantico-cognitifs reçoivent dans la GA&C deux types de descriptions symboliques équivalentes. L'une, exprimée sous forme de "boîtes" et de "flèches", qui se rapproche, par sa représentation des réseaux conceptuels de Sowa, et des figures de la Grammaire Cognitive de Langacker.

La représentation schématique présente l'avantage d'une grande lisibilité. Les schèmes sémantico-cognitifs exprimés sous forme applicative typée, eux, sont directement utilisables dans un traitement computationnel. A tout moment, la spécification d'un langage des schèmes sémantico-cognitifs est facilitée par la présence des deux représentations schématiques et applicatives.

### 3.2.4.1. Démarche de modélisation

#### Enoncé au niveau phénotype

Les unités linguistiques (ici les mots) sont des unités qui fonctionnent soit comme des *opérateurs*, soit comme des *opérandes*. Le rôle de ces unités est indiqué par un type syntaxique qui tient compte de la position syntagmatique de l'opérateur par rapport à son opérande. Ce type est exprimé par une notation qui exprime à la fois le caractère fonctionnel et la position - à gauche ou à droite - de l'opérande attendue.

Par exemple :

Unité linguistique	type syntaxique
Pierre	n
sort	s\n
de	((s\n)\(s\n))\n
la	n\n
chambre	n

L'analyse syntaxique s'effectue en contrôlant la bonne formation de la suite textuelle :

1	[n : Pierre] [s\n : sort] [(s\n)\(s\n))\n : de] [n\n : la ] [n : chambre]
2	[n : Pierre] [s\n : sort] [(s\n)\(s\n))\n : de] [n : la chambre]
3	[n : Pierre] [s\n : sort] [(s<#26105#>]
4	[n : Pierre] [s\n : (de(la chambre)) sort]
5	[s : ((de (la chambre)) sort) (Pierre)]

L'expression 5 est une expression applicative canonique, de type *s*, du génotype :  
 ((de (la chambre)) sort) (Pierre)

### **Expression au niveau génotype**

Elle exprime le rôle opératoire de chaque unité linguistique : par exemple l'article *la* est un opérateur qui s'applique au nominal chambre, en le déterminant pour constituer un syntagme nominal de type *n*. La phrase est obtenue en appliquant le syntagme verbal au terme nominal *Pierre* (de type *n*). L'expression du génotype représente une décomposition applicative de la phrase analysée en faisant apparaître d'un côté un Prédicat et un terme-sujet; le Prédicat se décompose à son tour en un déterminant adverbial et un prédicat lexical modifié par le déterminant adverbial :

<b>Prédicat</b>	<b>Sujet</b>
de '(la 'chambre')	sort' Pierre'
déterminant	prédicat
adverbial	lexical

### **Représentation applicative dans le génotype :**

L'ordre des opérateurs et des opérands est présenté selon un ordre canonique, dans le génotype, les positions syntagmatiques relatives ne sont plus prises en compte. Il s'agit maintenant d'utiliser les types du génotype construits à partir des types de base : terme (*t*) et proposition (*p*) avec la règle de formation des types et l'opérateur constructeur de types (O).

Nous avons la règle d'application suivante définie sur les expressions typées :

$O_{xy} : \text{expr1 } x : \text{expr 2}$   
 $Y : [(\text{expr1})(\text{expr2})]$

qui indique que le résultat de l'application d'une expression applicative jouant le rôle d'un opérateur (avec le type fonctionnel  $O_{xy}$ ) sur une expression applicative jouant le rôle d'un opérande (de type  $x$ ), est une nouvelle expression applicative (de type  $y$ ). En indiquant maintenant les types du génotype, la décomposition applicative de l'expression précédente est représentable par l'arbre applicatif suivant :

<b>Ott</b> : la	<b>t</b> : chambre
<b>OOtpOtp</b> : de	<b>t</b> : la chambre
<b>OOtpOtp</b> : de (la chambre)	<b>Otp</b> : sort
<b>Otp</b> : de (la chambre) sort	<b>t</b> : Pierre
<b>P</b> : de (la chambre) sort Pierre	

### Schème et représentation Sémantico-Cognitifs

La décomposition précédente ne donne pas une analyse sémantique de l'énoncé. Pour cela, il faut représenter la signification du prédicat lexical *sort'*. Cette signification est exprimée sous forme d'un schème sémantico-cognitif qui met en jeu des primitives. Les primitives utilisées pour l'analyse de la signification du prédicat lexical *sort'* sont :

MOUVT	mouvement spatio-temporel d'un même objet
CONTR	contrôle du déclenchement et de l'interruption d'une transition cinématique
LOC2	relateur de localisation entre deux entités
IN	opérateur topologique qui détermine l'intérieur d'un lieu
EX	opérateur topologique qui détermine l'extérieur d'un lieu
LOC	opérateur qui change le type d'une entité en celui d'un lieu

Le schème associé à *sort'* associé à la phrase ``Pierre sort de la chambre'' est un

schème cinématique qui décrit un mouvement contrôlé; ce mouvement affecte un objet qui passe de l'intérieur d'un lieu vers l'extérieur de ce même lieu; nous avons donc une situation statique initiale où l'objet est repéré par rapport à l'intérieur d'un lieu et une situation finale où le même objet est repéré par rapport à l'extérieur du même lieu; l'objet affecté est en même temps celui qui contrôle le mouvement qui l'affecte.

Le schème est alors exprimé par la  $\lambda$ -expression suivante:

$\lambda y. \lambda x. (\text{CONTR} (\text{MOUVT} (\text{LOC2} (\text{IN} (\text{LOC } y))x) (\text{LOC2} (\text{EX} (\text{LOC } y))x))x$  ).

Dans cette  $\lambda$ -expression, les entités, les opérateurs et les relateurs se voient assignés différents types. L'entité  $x$ , qui contrôle et subit le mouvement, est de type individualisable (**J**); l'entité  $y$  se voit assigner le type lieu (**L**). Les opérateurs topologiques **IN** et **EX** sont des opérateurs de détermination qui, en opérant sur un lieu particulier, déterminent un nouveau lieu. L'opérateur de changement de type **LOC** assigne un type de lieu à son opérande. Le relateur **LOC2** et les primitives **MOUVT** et **CONTR** ont des types fonctionnels.

La représentation de la signification du prédicat *sort'* se définit par ce schème sémantico-cognitif.

$\lambda y. \lambda x. (\text{CONTR} [\text{MOUV} (\text{LOC2} (\text{IN} (\text{LOC } y)) x) (\text{LOC2} (\text{EX} (\text{LOC } y))x)] x)$   
 (chambre) (Pierre)  $\rightarrow$  **CONTR** (**MOUVT** (**LOC2** (**IN** (**Loc** chambre)) Pierre)  
**LOC2** (**EX** (**LOC** chambre)) Pierre)) Pierre)

### Intégration lexicale

Pour terminer la construction de la représentation, il faut construire explicitement le prédicat lexical *sort'* en montrant comment les primitives sont intégrées dans un tout et comment sont dégagées les arguments.

1.  $\lambda y. \lambda x. \text{CONTR} (\text{MOUVT} (\text{LOC2} (\text{IN} (\text{LOC } y)) x) \text{LOC2} (\text{EX} (\text{LOC } y)) x) x$
2.  $\lambda y. \lambda x. [X \text{ CONTR MOUVT LOC2 IN EX LOC } y x]$
- 2'.  $X' \text{ CONTR MOUVT LOC2 IN EX LOC } y x$
3.  $[\text{SORT} = \text{def } X \text{ CONTR MOUVT LOC2 IN EX LOC}]$
- 3'  $[\text{SORT} = \text{def } X' \text{ CONTR MOUVT LOC2 IN EX LOC}]$

4.  $\lambda y. \lambda x. \text{SORT } y \ x$

4' SORT

L'opérateur binaire **SORT** résulte d'un processus d'intégration qui combine les primitives constitutives de sa signification. Lorsque l'opérateur **SORT** est appliqué à deux arguments, la situation construite peut être effectivement réalisée ou non réalisée.

### 3.2.4.2. Représentation de l'action

L'action est décrite comme dans d'autres modèles comme un événement intentionnel. Il suffit de pouvoir prêter une intention à l'entité qui est à l'origine de l'événement pour parler d'action. L'agent est souvent un être animé, et a le contrôle de l'événement. La notion de contrôle n'est cependant pas incompatible avec un instrument inanimé. Si les primitives **MOUVT** et **CHANGT** entretiennent des affinités évidentes avec une perception des repérages et des mouvements cinématiques, il est assez clair que les autres primitives **ANTIC**, **CONTR**, **TELEO**, **REPRE**, **STRAT** ne sont guère "réductibles" à une simple perception de l'environnement. La notion de "contrôle" (**CONTR**) doit être comprise comme la capacité de déclencher ou d'interrompre une action (soit un changement d'états, soit un mouvement spatial ) et la notion de téléonomie (**TELEO**) comme la capacité de se représenter un but à atteindre et de conduire l'action de façon à l'atteindre effectivement.

Les situations dynamiques expriment non seulement des mouvements ou des changements d'états, mais aussi des capacités d'action d'une entité individuelle par rapport à une situation comme **FAIRE** (capacité d'effectuer une action), **CONTR** (capacité de contrôler une action) ou **TELEO** (viser un but à atteindre). Les deux primitives **FAIRE** et **CONTR** imposent à l'entité effectuant ou contrôlant la situation cinématique d'être une entité *agent*. La situation visée par l'intermédiaire d'une relation de téléonomie (primitive **TÉLÉO**) doit être la situation finale du mouvement ou du changement d'état effectué et/ou contrôlée par le même *agent*.

### 3.2.4.3. Représentations sémantico-cognitives

Une représentation sémantico-cognitive est une situation statique, cinématique ou dynamique. Elle doit nécessairement avoir pour type {STAT , CINEM , DYNAM}. Cette représentation se présente sous forme d'une expression applicative ne comportant que des occurrences de primitives sémantico-cognitives. Le langage des représentations sémantico-cognitives s'analyse tout aussi bien par une grammaire régulière que par une grammaire graphique. Le vocabulaire terminal comporte les symboles de constantes (les relateurs de repérage, les opérateurs logiques et les primitives sémantico-cognitives) et de variables (les différentes situations). Le vocabulaire non-terminal est égal à l'ensemble des types sémantico-cognitifs de base. Le symbole **SCHEME** représentant le type des situations sémantico-cognitives est pris comme symbole initial.

Cette grammaire de la construction syntaxique des différents schèmes a son équivalent sous forme graphique. Le langage des Schèmes Sémantico-Cognitifs est un système formel qui repose sur quatre catégories d'objets formels distincts : les *types*, les *opérateurs*, les *constantes* et les *variables*.

Les significations des unités lexicales d'une langue sont décrites sous forme de *schèmes sémantico-cognitifs* et de *relations* entre ces schèmes. Chaque lexème d'une langue, en particulier les lexèmes verbaux polysémiques, représente un contenu cognitif spécifique à cette langue. Chaque lexème verbal d'une langue a rarement un correspondant unique dans une autre langue.

### CONCLUSION DU CHAPITRE 3

La vision joue un rôle essentiel dans l'acquisition des connaissances humaines, car elle permet de percevoir non seulement des objets, mais aussi les événements et les actions qui leur sont liés.

Dans le cadre de la Grammaire Applicative et Cognitive, toutes les structures grammaticales sont considérées comme symboliques. Le lexique, la morphologie et la syntaxe constituent un ensemble d'unités symboliques, chacune formée par l'association d'une structure sémantique et d'une structure phonologique.

Le sens est exploré dans le domaine des opérations cognitives. Il n'est pas formulable en termes de valeurs de vérité. Les sens d'expressions décrivant une situation objective peuvent différer selon la manière dont la situation est conceptualisée. Ainsi, un locuteur qui observe la distribution spatiale de certaines étoiles peut y voir une constellation, un agglomérat d'étoiles, des tâches de lumière dans le ciel... De telles expressions sont sémantiquement distinctes; elles reflètent des façons différentes de concevoir la scène. Une expression impose une *image* particulière dans son domaine.

La Grammaire Applicative et Cognitive définit trois principaux niveaux de description des langues. Le premier niveau correspond aux configurations linguistiques des langues étudiées dans leur diversité et spécificité. Le deuxième niveau vise à dégager les opérations et catégorisations grammaticales les plus invariantes du langage. Le troisième et dernier niveau cherche à décrire, par des écritures formelles, les significations des unités lexicales du deuxième niveau et le sens des configurations linguistiques.

Pour la Grammaire Applicative et cognitive chaque langue exprime des organisations cognitives mettant en jeu des schèmes, des assemblages de schèmes et des instanciations de ces schèmes.

## **CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE**

La compréhension du langage nécessite l'exploitation d'une grande quantité de connaissances, pour l'essentiel spécifiques à un domaine traité. Les systèmes nécessitent des mécanismes efficaces d'exploitation de ces connaissances. En terme de connaissances, la métaconnaissance représente une part notable de l'expertise humaine, d'où la difficulté de son identification et de sa représentation.

Le mécanisme de raisonnement associé à une base de connaissances permet de la distinguer nettement d'une base de données, notamment par sa capacité à produire de nouvelles connaissances. C'est-à-dire des connaissances inexistantes dans la base de connaissances initiale.

Produire des réponses facilement interprétables, et appropriées à une situation équivaut à générer du sens. Un facteur encore plus complexe à intégrer dans la production de connaissances dynamiques est l'intégration de l'évolution du monde de référence, notamment dans le cas de situations en temps réel. La génération de textes correspond en fait à la recherche de phrases et d'expressions simples, notamment au niveau du lexique et de la syntaxe, exprimant une idée ou un fait.

Lorsque l'on traite de représentation sémantique, on envisage non seulement la question de la signification, mais aussi les rapports qu'entretiennent les différents éléments entre eux, que cela soit d'un point de vue syntaxique ou pragmatique. Les entités isolables ne constituent pas une collection inorganisée, mais présentent des relations déterminées par leur nature. La rapidité d'identification est généralement dépendante de leur présence habituelle dans un contexte déterminé. Les représentations de type déclaratif sont largement utilisées dans le traitement des connaissances dites techniques ou scientifiques et même des langues en général. Ces formalismes sont plus adaptés au traitement de la connaissance, car ils présentent une adaptabilité et une fiabilité plus grande aux mécanismes du langage.

Ne perdons toutefois pas de vue que pour l'heure actuelle, un système de compréhension ne peut fonctionner que sur un domaine bien délimité.

## **Deuxième partie**

### **Etude des représentations spatiales**

**Chapitre 4 : Définitions d'usage**

**Chapitre 5 : Modélisation d'un objet  
et de son déplacement**

**Chapitre 6 : Le concept de représentation spatiale**

## INTRODUCTION DE LA DEUXIEME PARTIE

Cette deuxième partie est consacrée à la définition de concepts relatifs au domaine de la cognition spatiale, et de leur articulation autour de l'élaboration d'un modèle informatique.

A partir de l'étude du raisonnement qu'emploie un être humain pour se situer dans l'espace, nous élaborons un modèle théorique permettant à un système informatique de situer un objet dans l'espace au moyen d'indices linguistiques. A cet effet, nous étudions ici l'impact de l'activité langagière dans son rôle de constructeur de la représentation spatiale, mais aussi d'une autre activité cognitive, que nous relevons comme essentielle, la perception visuelle.

Afin de simplifier les notations et de faciliter la manipulation des concepts, nous adoptons, pour la suite de notre travail, les notations correspondant aux notions définies dans le *chapitre 4* de cette deuxième partie.

Le *chapitre 5* est dévolu aux fonctions localisatrices dont dépend un objet. Nous abordons l'étude du mouvement, et l'aspect sous lequel il est envisagé. Nous proposons à ce propos une méthodologie adaptée à notre modèle.

Enfin, dans le *chapitre 6*, nous traitons de la représentation spatiale proprement dite, les types qu'elle peut revêtir, et la manière de l'utiliser pour reconstruire une configuration d'après une lecture.

## **CHAPITRE 4 : DEFINITIONS D'USAGE**

### **INTRODUCTION**

L'étude des représentations spatiales recouvre des notions bien particulières qu'il convient de définir au préalable.

Tout formalisme est une construction organisée qui permet de représenter, de décrire et de traiter des objets au moyen d'un langage spécifique. Les objets concernant le domaine symbolisent le monde de référence.

Le problème est qu'un monde de référence se doit d'être fermé, ou tout au moins clairement délimité, ceci afin de faciliter son étude. Or, il est difficilement réalisable de circonscrire un domaine, qu'il soit hyper spécialisé ou non, en l'isolant de l'ensemble que forme la réalité. Isoler un domaine pour l'étudier revient à le dissocier de la réalité globale dans laquelle il évolue.

Dans le traitement d'un domaine fortement délimité et borné, il s'agit alors de tenir compte des situations de communication qui peuvent exister, la communication symbolisant l'ouverture vers un domaine plus général. Par exemple, d'un point de vue purement linguistique, en tenant compte de termes plus génériques, n'appartenant pas exclusivement au domaine traité, on se rapproche d'une situation réelle de communication.

A la différence des sciences exactes qui construisent entièrement leurs objets, notre recherche s'appuie sur la construction de représentations formelles de mécanismes élémentaires, dont le rôle est de reconstruire l'information à partir d'une représentation élaborée par le système informatique.

Ce chapitre, consacré à la définition des notions employées dans le modèle informatique, expose les bases dans lesquelles les représentations spatiales vont puiser leurs éléments de construction.

## 4.1. Position relative / position absolue

Un objet peut se définir par sa fonction, son relief, sa consistance, ou toute autre forme permettant son identification visuelle. Il peut être un tout unique ou une partie d'un autre élément pourvu qu'il soit identifiable visuellement ou par tout autre moyen de perception.

La situation d'un objet, dans un espace à trois dimensions, s'exprime de deux manières : par sa *position relative* et par sa *position absolue*.

La position relative correspond au positionnement de l'objet par rapport à un ou plusieurs repères. Ces repères permettent, par exemple, de déterminer si l'objet se trouve à droite ou à gauche de ces repères.

La position absolue se définit comme étant l'expression de la réalité physique de l'existence de l'objet dans un espace donné. La position absolue est spécifiée par les coordonnées dans l'espace précisé, elle est hypothétiquement totalement indépendante de la perception visuelle d'un quelconque observateur. Ainsi, la position absolue d'un objet se caractérise par l'existence de ses coordonnées dans un espace préalablement délimité, indépendamment de sa présence dans le champ de vision d'un observateur. L'expression de ces coordonnées par rapport à un observateur détermine sa position relative.

Toutefois, il est remarquable de constater que la réalité n'a d'existence pour un être humain, qu'au travers de la perception qu'il acquiert de son propre environnement. En effet, l'odorat, l'ouïe, le toucher participent dans une large mesure à compléter la perception de l'existence physique d'un objet présent dans un environnement. Pour notre part, nous privilégions la perception visuelle à l'instar de toute autre, car ce sont les indices linguistiques pouvant être rattachés au domaine du visuel qui sont les plus pertinents, et surtout les plus nombreux dans les textes. Ils sont donc statistiquement beaucoup plus exploitables. Ainsi, le fait de situer spatialement un ou plusieurs objets relève plus facilement du visuel que de l'auditif. Par exemple, l'assertion :

*La brique rouge se trouve à droite de la brique verte.*

place implicitement ces briques dans le *champ de vision* d'un individu, que ce champ soit directement perçu ou virtuellement re-construit (par la pensée) par un procédé de lecture.

## 4.2. Configuration

Nous qualifions de *configuration* un agencement d'éléments considérés comme entités existantes et présentes dans un espace donné. Les éléments de cet espace sont dénombrables, identifiables, non par leur dénomination exclusivement, mais par leur existence. Borillo<sup>41</sup> emploie à ce sujet le terme *d'objets concrets*. En d'autres termes, une *configuration* relève de critères tout à fait objectifs, puisqu'ils sont liés à l'existence et à l'emplacement physique de ces objets. Elle est par là même indépendante de toute interprétation, car une configuration reste reproductible d'un individu à l'autre.

Une configuration appartient de fait au domaine visuel, et n'a d'existence que si elle est perçue par un observateur. Elle est donc inscrite dans un système de coordonnées relatives, défini dans une représentation spatiale.

---

<sup>41</sup> Borillo Andrée (1998), L'espace et son expression en français, Ophris.

### 4.3. Points de référence

Un objet interagit avec son environnement, car il se situe toujours par rapport à un ou plusieurs repères, qui constituent des *points de référence*. Les points de référence sont caractérisés par les éléments présents dans la configuration. Ils permettent de déterminer la position relative d'un élément. Ils n'acceptent pas d'interprétation en qualité de variation relative, dans la mesure où ils dépendent de critères objectifs : les points de référence relèvent de la configuration, ils servent à déterminer la position relative d'un élément. Quelque soit l'angle de vision sous lequel ils sont perçus, les points de référence constituent des points d'ancrage dans une configuration donnée, car ils permettent de fixer visuellement et mnémoniquement la position d'un objet.

Un point de référence se matérialise par tout objet appartenant à une configuration. L'objet symbolisant un point de référence permet de situer l'objet à localiser par rapport à l'espace qu'il occupe.

Ainsi dans la déclaration suivante :

*La brique verte se trouve devant la brique rouge.*

La brique rouge symbolise le point de référence permettant de situer la brique verte d'une manière relative. La position relative de l'objet *brique verte* se définit donc par rapport à la position de *brique rouge*, qui lui sert de point de référence. Inversement, il est possible de déduire la position du point de référence par rapport à l'objet localisé. Le point de référence devient ainsi, par transposition, l'objet localisé, et l'assertion suivante devient également vraie :

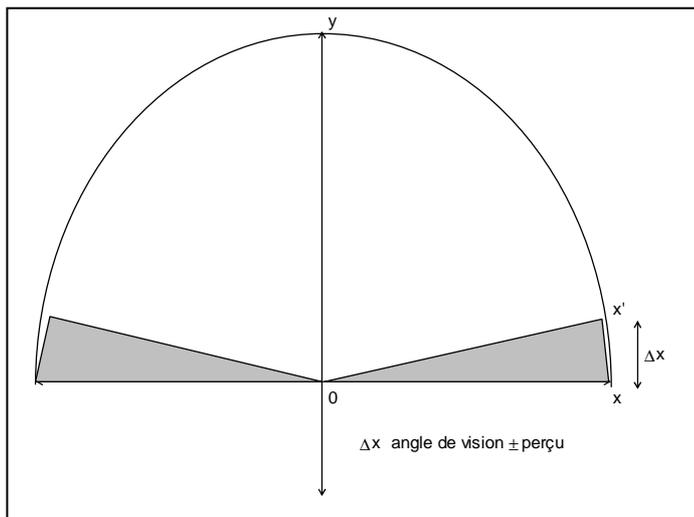
*La brique rouge se trouve derrière la brique verte.*

Le point de référence est une donnée fondamentale de l'opération de localisation.

## 4.4. Le champ de vision

Nous avons défini que toute configuration suppose un observateur percevant les éléments de cette configuration. Or, l'espace impliqué dans une configuration est délimité par la perception visuelle de l'observateur, laquelle correspond à son *champ de vision*. La position de l'observateur détermine la position initiale, c'est-à-dire le point de référence par rapport auquel est évaluée la position relative des éléments présents dans la configuration. Si l'on représente le champ de vision par un plan orthonormé, la position initiale (observateur) est symbolisée par le point d'origine des axes, ce qui confère à l'observateur un emplacement privilégié [cf. Schéma 2].

*Schéma 2 : Vue en deux dimensions (de dessus) du champ de vision d'un observateur.*



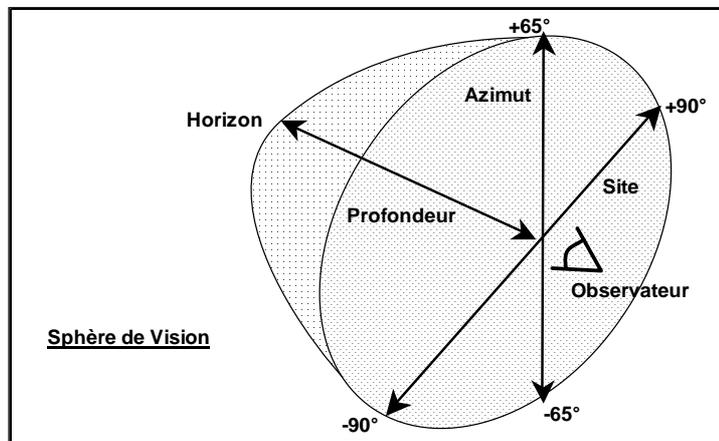
### 4.4.1. La ligne d'horizon

Le champ de vision est constitué d'un espace délimité et fermé. De manière générique, cet espace peut s'illustrer par un demi-éllipsoïde, dans lequel les axes de vision horizontaux (*site*) et verticaux (*azimut*) figurent les axes du plan elliptique de base passant par l'observateur. Cet espace n'est pas délimité de façon objective en des limites explicitement définies. En réalité, l'observateur re-

construit arbitrairement un espace fermé<sup>42</sup>. Les limites virtuelles de cet espace sont établies par les objets les plus lointains qui constituent la ligne d'horizon de son champ de vision. La ligne d'horizon est représentée par un arc couvrant un angle de 180°. La perception par l'axe vertical, quant à elle, s'étend sur un champ d'angle de 130 degrés.

De manière plus générale, le champ de vision périphérique est très large, dans la mesure où la vision périphérique permet de reconnaître une situation sans les détails.

### Schéma 3



#### 4.4.1.1. Le point d'origine de l'angle de vision

La perception visuelle d'une configuration donnée est dépendante de la position de l'observateur. Celui-ci se trouve toujours *face* à l'espace qu'il observe. Il se trouve par là même face à une demi sphère (champ visuel) obtenue au moyen de sa perception visuelle, et dos à une demi sphère acquise par la perception sensorielle ou mémorielle. La position de l'observateur se définit donc comme l'origine de tous les axes qui traversent le champ de vision. Notre étude se base au départ sur un observateur occupant une position initiale immobile (visage immobile, regard mobile), et donc par conséquent disposant d'un angle de vision

---

<sup>42</sup> Denis Michel (1997), Langage et cognition spatiale, Paris, Masson.

horizontal de 180 degrés et d'un angle de vision vertical de  $130^{\circ 43}$ . Nous définissons alors un changement de champ de vision comme une modification de la position du regard de l'observateur.

#### **4.4.2. Détermination des zones par rapport aux axes vertical, horizontal et par rapport à l'origine**

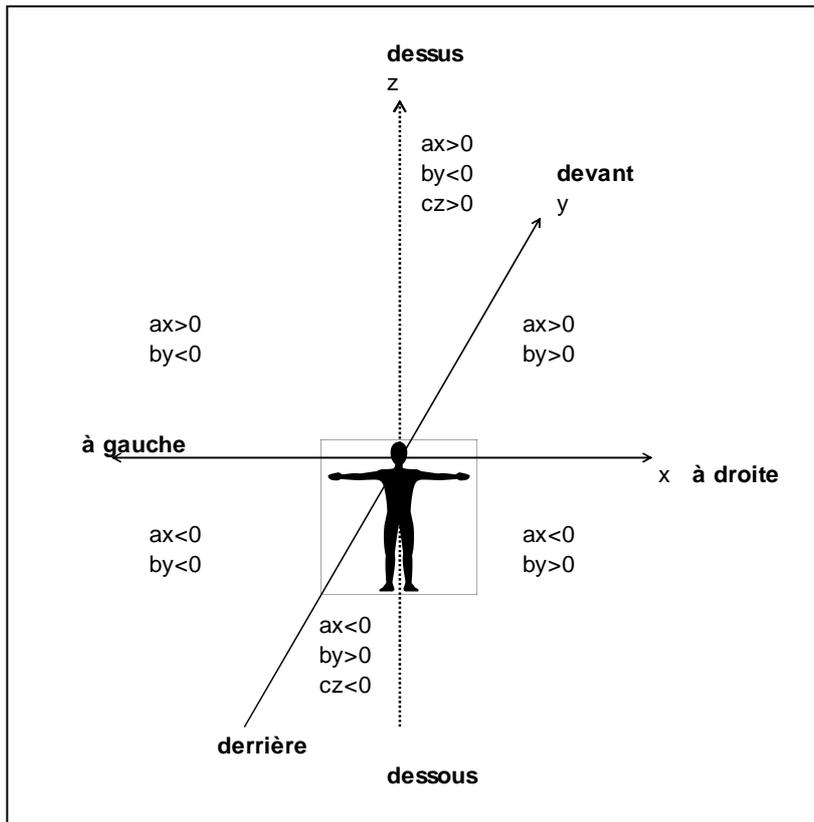
Un observateur évalue la position des éléments qui l'entoure en se donnant le rôle principal : il se place par défaut au centre d'une configuration. Il se définit de ce fait comme le point d'origine des axes virtuels qu'il reconstruit pour situer les différents éléments présents. Ainsi, il est dans la capacité de donner la position relative des différents éléments disposés autour de lui. Le schéma 4 nous donne les possibles positions relatives que peut emprunter un objet (X) autour d'un observateur. Les axes du plan représentent respectivement :

- L'axe  $x$  figure l'horizontalité ;
- L'axe  $y$  figure la profondeur ;
- L'axe  $z$  figure la verticalité.

Schéma 4 :

---

<sup>43</sup> Données issues du cours d'orthoptie en ligne : [www.unige.ch](http://www.unige.ch) .



Le schéma 4 représente les valeurs des coordonnées  $(ax, by, cz)$ , telles que nous les figurons dans les encadrés ci-après.

#### 4.4.2.1. Axe horizontal

Pour un champ de vision périphérique, l'amplitude normale de l'axe horizontal est de  $180^\circ$  degrés. En figurant cet axe horizontal sur un repère en trois dimensions, nous pouvons en déduire les positions relatives suivantes : gauche, droite dont le point de référence est 0 (observateur).

Pour un objet  $X$ , les coordonnées  $X_i (ax_i, by_i, cz_i)$  s'interprètent comme suit :

Conditions générales :

Si  $a < 0$  alors  $PR(X/0) = gauche$ .

Si  $a > 0$  alors  $PR(X/0) = droite$ .

«  $PR(X/0) = gauche$  » se lit : *position relative de l'objet X par rapport à 0 prend la valeur « gauche ».*

#### 4.4.2.2. Axe vertical

L'amplitude de l'axe vertical du champ visuel périphérique, pour une amplitude normale, est de 130 degrés<sup>44</sup>. L'axe vertical fournit la dimension hauteur du champ de vision. Il correspond à la perception de la hauteur et de la dimension verticale.

C'est par l'axe vertical que nous pouvons nous rendre compte de l'empilage, par exemple, de deux objets.

A partir des coordonnées de l'objet  $X_i (ax_i, by_i, cz_i)$ , on obtient les valeurs suivantes :

Conditions générales :

Si  $c > 0$  alors  $PR(X/0) = sur$ .

Si  $c < 0$  alors  $PR(X/0) = sous$ .

«  $PR(X/0) = dessous$  » se lit : *position relative de l'objet X par rapport à 0 prend la valeur « dessous »*

#### 4.4.2.3. L'axe de la profondeur

La profondeur est une dimension figurée par une ligne de fuite courant de l'origine, c'est-à-dire l'observateur, jusqu'à la limite du champ de vision faisant face à l'observateur. Cette dimension permet de situer des objets en fonction de leur éloignement par rapport à l'origine. Elle permet de distinguer l'emplacement des objets les uns par rapports aux autres, en matière de valeur de *devant*, *derrière*.

A partir des coordonnées de l'objet  $X_i (ax_i, by_i, cz_i)$ , on obtient les valeurs suivantes :

Conditions générales :

Si  $b > 0$  alors  $PR(X/0) = devant$ .

Si  $c < 0$  alors  $PR(X/0) = derrière$ .

<sup>44</sup> Données issues du cours d'orthoptie en ligne : [www.unige.ch](http://www.unige.ch).

«  $PR(X/0) = \text{devant}$  » se lit : position relative de l'objet  $X$  par rapport à  $0$  prend la valeur « devant ».

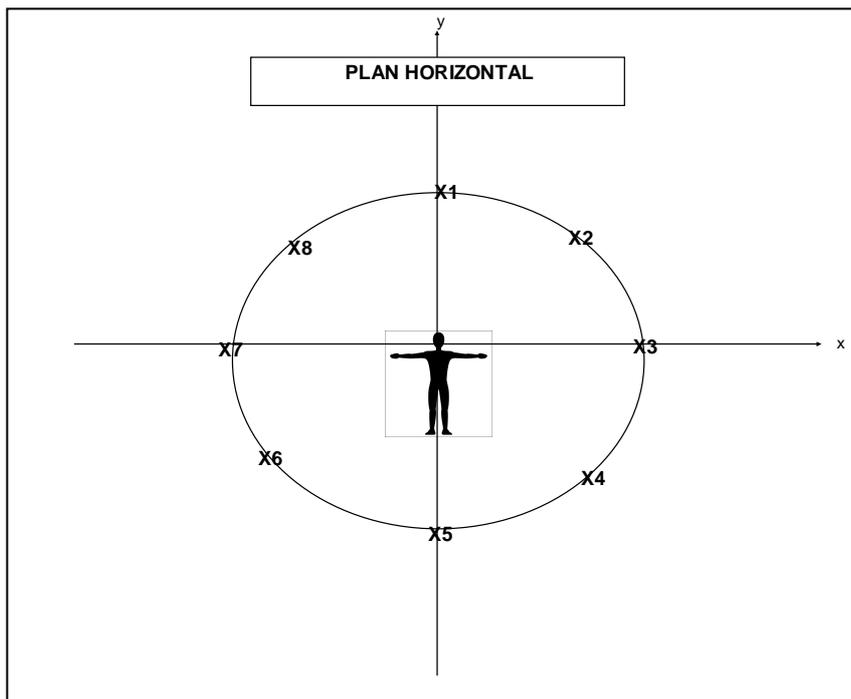
#### 4.4.2.4. Interprétation de la combinaison des axes

L'axe des  $x$  correspond à l'axe horizontal, l'axe des  $y$  à la profondeur, l'axe des  $z$  à l'axe vertical.

Les points  $X_1$  à  $X_8$  [voir schéma 5] sont interprétés selon un plan horizontal orthonormé ( $x, y$ ). Les points  $X_{10}$  à  $X_{17}$  [voir schéma 6] sont interprétés selon un plan vertical ( $x, z$ ).

En règle générale, à partir des coordonnées de l'objet  $X_i (ax_i, by_i, cz_i)$  on peut déduire les positions génériques suivantes :

Schéma 5

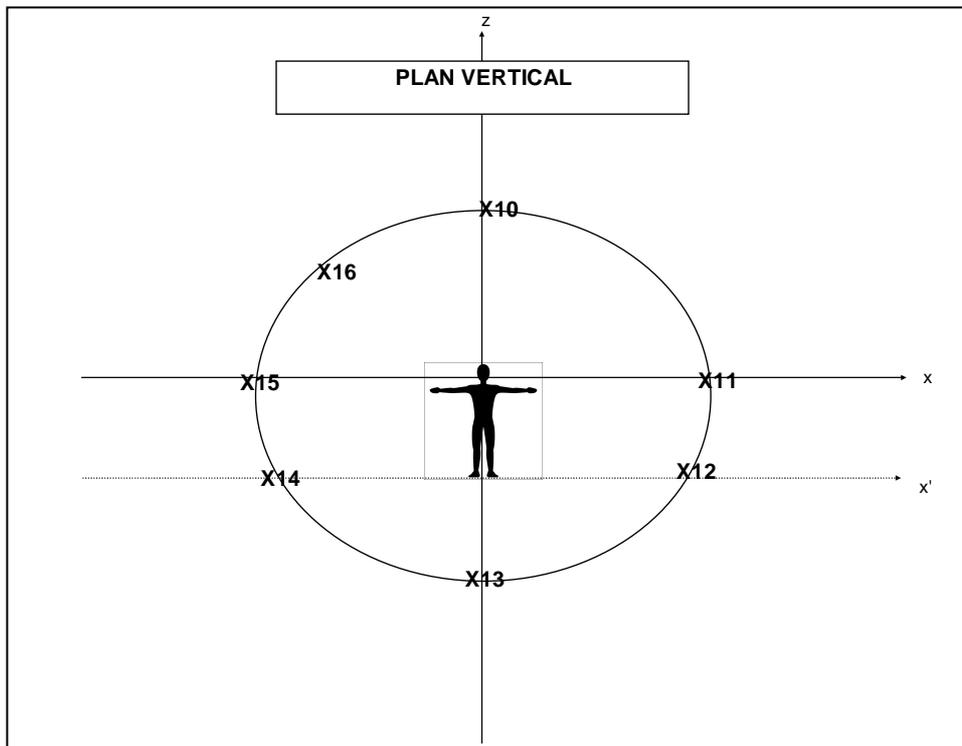


Les correspondances en terme de position relative selon les valeurs de  $a$  (axe des  $x$ ),  $b$  (axe des  $y$ ), sont données dans le tableau 1 :

Tableau 1

Points	Valeur de a	Valeur de b	Position de X / O
X1	$a=0$	$b>0$	devant
X2	$a>0$	$b>0$	devant, à droite
X3	$a>0$	$b=0$	à droite
X4	$a>0$	$b<0$	derrière, à droite
X5	$a=0$	$b<0$	derrière
X6	$a<0$	$b<0$	derrière, à gauche
X7	$a<0$	$b=0$	à gauche
X8	$a<0$	$b>0$	devant, à gauche

Schéma 6



Les correspondances en terme de position relative selon les valeurs de  $a$  (axe des  $x$ ),  $c$  (axe des  $z$ ), sont données dans le tableau 2 :

Points	Valeur de a	Valeur de c	Position de X / O
X10	$a=0$	$c>0$	sur, au dessus
X11	$a>0$	$c=0$	sur, _
X12	$a>0$	$c<0$ et $c>c'$	_
X13	$a=0$	$c<0$	sous, au-dessous
X14	$a<0$	$c<0$ et $c>c'$	_
X15	$a<0$	$c=0$	sur, _
X16	$a<0$	$b>0$	sur, au-dessus

Les axes  $x$  et  $x'$  représentent respectivement le niveau 0 situé à hauteur des yeux, et le niveau 0' situé au niveau de l'appui au sol. Lors de l'interprétation du

schéma 6, il apparaît que les points situés entre les axes  $x$  et  $x'$  sont placés entre les niveaux 0 et 0'. A ce stade, il est nécessaire de prendre en compte la dimension verticale de l'observateur, qui est certes représenté schématiquement par un point, mais qui possède une hauteur intrinsèque, et l'on considère alors que la ligne imaginaire figurant l'axe des  $x$  se situe à hauteur des yeux. Cependant, n'oublions pas que notre observateur possède la sensation d'un appui au sol, quelque soit sa position – assise, couchée, debout -. On détermine ainsi une zone, comprise entre  $x$  et  $x'$ , qui correspond à l'axe virtuel des  $x$ . L'axe possède ainsi une *épaisseur* de la dimension *hauteur* de l'observateur.

La dimension verticale (axe des  $z$ ) permet surtout de renseigner sur la localisation des objets les uns par rapport aux autres en terme d'empilement.

Par exemple :

La brique rouge se trouve sur la brique verte.

#### 4.4.3. La contiguïté des zones

En réalité, l'interprétation d'une position relative ne se distingue pas de manière absolue et précise, mais se définit par des zones dont les proximités se chevauchent. Ces zones sont déterminées par des angles d'environ 30 degrés<sup>45</sup>, dont l'origine est  $O$  (observateur).

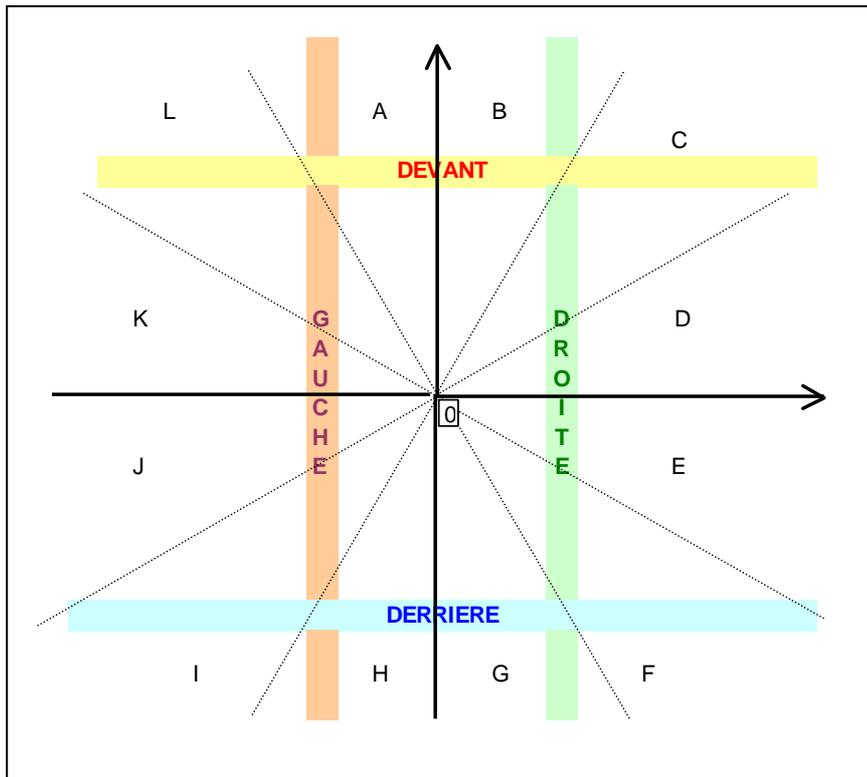
Les frontières avec des zones contiguës, dans ce cas, ne sont pas déterminées par des lignes fixes, mais plutôt par des zones chevauchant les zones voisines. Lorsque les coordonnées d'un objet sont localisées dans une zone commune, la proximité définit un degré d'appartenance avec l'une ou l'autre zone.

Afin de simplifier l'illustration de notre propos, nous utiliserons un plan en deux dimensions, où seuls seront figurés l'axe des  $x$  (dimension horizontale), et l'axe de la profondeur (axe des  $y$ ). La « *vue de dessus* » ainsi créée est exposée dans le schéma 7.

---

<sup>45</sup> Données issues du cours d'orthoptie en ligne : [www.unige.ch](http://www.unige.ch).

Schéma 7



Par exemple, un objet X de coordonnées  $(-2, +4)$  appartient à la zone interprétée comme déterminant la position relative *gauche, devant*.

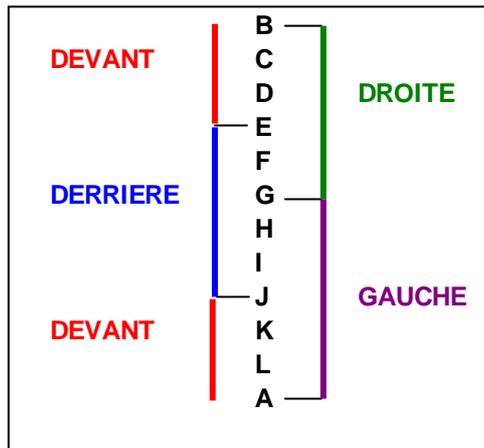
On obtient :

$X(-2,4) \in [L, A]$  ; la zone L,A correspondant à *gauche, devant*.

L'activité langagière illustre bien cet état de fait. En effet, la localisation de l'objet X est donnée par les deux occurrences *devant* et *gauche*. Un observateur situera l'objet X de la manière suivante :

L'objet X se trouve devant moi, un peu à gauche.

Le schéma 8 récapitule le principe des doubles localisations.

Schéma 8

#### 4.4.4. La position relative complexe

Nous avons défini que la position relative d'un élément d'une configuration se réalise par rapport à un point de référence. Nous avons également déterminé que le point de référence essentiel est représenté par l'observateur, la position relative de l'objet  $X$  par rapport au point de référence  $O$  (observateur) étant notée :

$$PR(X/O).$$

Toutefois, quelle que soit sa nature, un élément interagit avec l'environnement qui l'entoure. Un objet n'a d'existence que par rapport à la présence d'autres objets car il apparaît dans un contexte, or, pour le cas qui nous intéresse, le contexte est symbolisé par une configuration.

Nous posons que la *position relative complexe* d'un objet  $X$  est déterminée par au moins deux points de référence, dont le premier est figuré par l'observateur, noté  $O$ , et le second par un autre élément de la configuration situé lui aussi relativement à  $O$ .

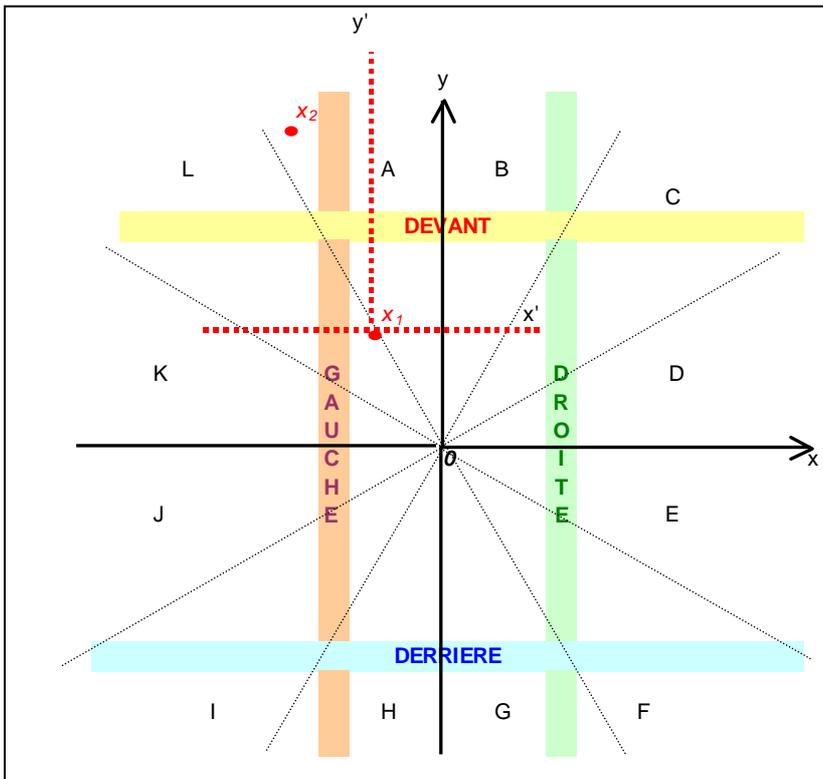
La position relative «  $X_1$  se trouve devant moi, à droite de  $X_2$  » se réalise à partir des points de référence suivants : la position initiale (observateur = *moi*), et la position relative de l'élément  $X_2$ .

L'opération de localisation de  $X_1$  par rapport à  $X_2$  passe par la localisation préalable des deux objets par rapport à l'observateur. En effet, il est impossible de localiser un objet hors du champ de perception de l'observateur.

#### 4.4.4.1. Exemple 1

Si nous devons déterminer la position relative complexe de  $X_1$  par rapport à un autre objet  $X_2$ , nous devons obligatoirement avoir au moins deux points de référence : le premier est  $O$  (observateur) et le deuxième est un autre objet ( $X_2$ ) voisin présent dans la configuration .

Schéma 9



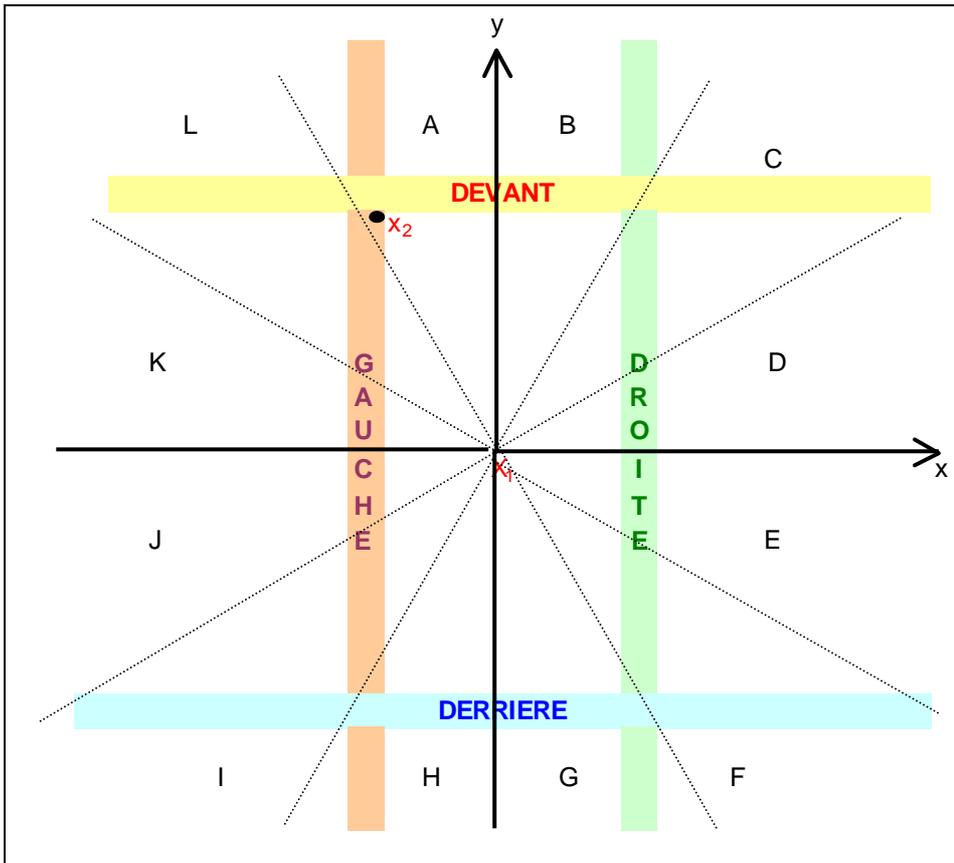
Nous pouvons déduire de l'observation de cette configuration les informations suivantes :

$$PR(X_1/0) = \text{devant} + \text{gauche}$$

$$PR(X_2/0) = \text{devant} + \text{gauche}$$

Ayant établi la position relative de  $X_1$  par rapport à  $O$ , puis la position relative de  $X_2$  par rapport à  $O$ , on détermine maintenant la position de  $X_2$  par rapport à  $X_1$ , ce dernier recevant la valeur 0 (origine).

Schéma10



Les procédures suivantes déterminent la position relative complexe «  $X_1$  se trouve à droite de  $X_2$  » :

$$PR(X_1/0) = \text{devant} + \text{gauche}$$

$$PR(X_2/0) = \text{devant} + \text{gauche}$$

On déplace alors le point d'origine des axes, et l'on obtient :

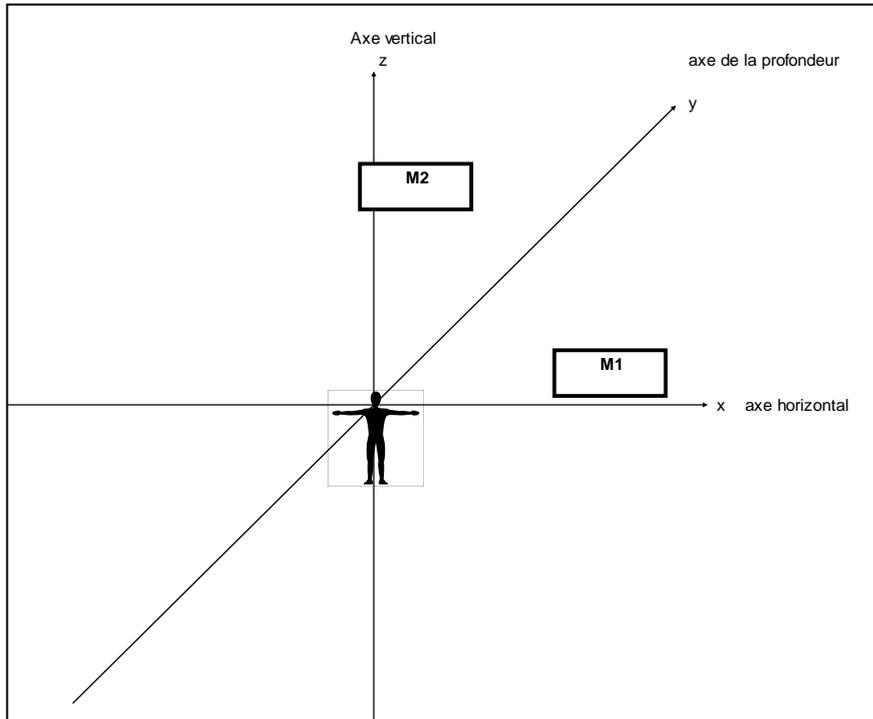
$$PR(X_2/X_1) = \text{devant}, \text{gauche}.$$



#### 4.4.4.2. Exemple 2

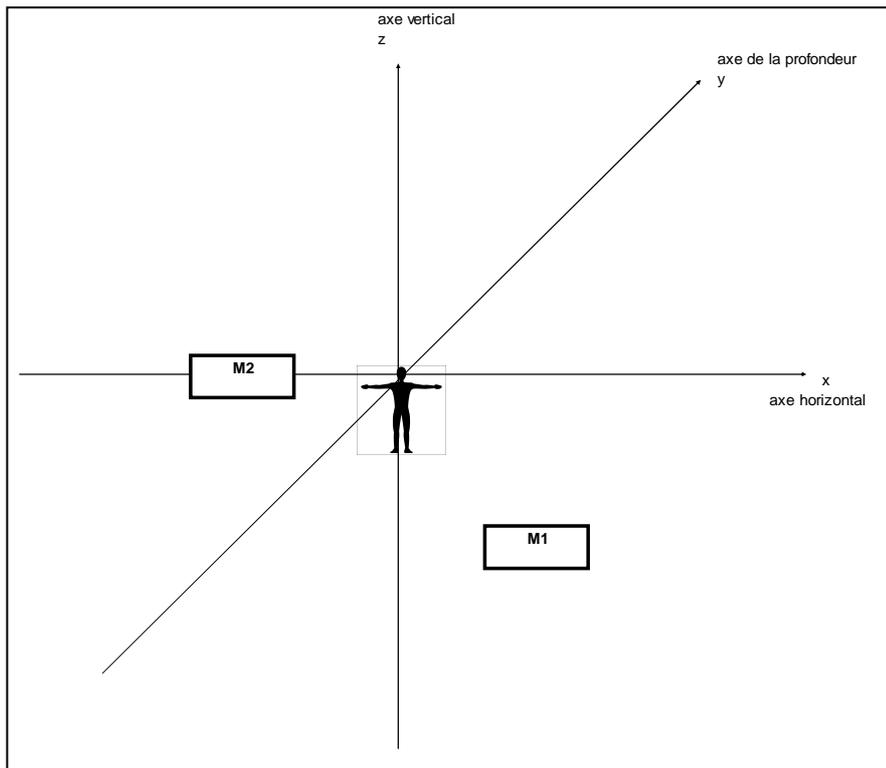
Soient un observateur et deux objets  $M_1$  et  $M_2$ .

Schéma 11



Si l'observateur change de position [voir schéma 12], il perçoit visuellement les mêmes objets, mais la configuration s'est modifiée.

Schéma 12



Du champ visuel de l'observateur se dégagent les observations suivantes :

Les positions relatives.

Schéma 11 :  $PR (M_1 / 0) = \text{« devant »}$

$PR (M_2 / 0) = \text{« à gauche »}$

Schéma 12 :  $PR (M_1 / 0) = \text{« derrière, à droite »}$

$PR (M_2 / 0) = \text{« à gauche »}$

La position relative des objets  $M_1$  et  $M_2$  est spécifiée par le point de référence déterminé par l'observateur.

Les positions relatives complexes :

Schéma 11:  $PR (M_1 / M_2) = \text{« derrière, à droite »}$

Schéma 12 :  $PR (M_1 / M_2) = \text{« derrière, à droite »}$

La position relative complexe est établie par les points de référence que sont l'observateur et l'objet référent.

La position absolue :

La position absolue qu'occupent les objets  $M_1$  et  $M_2$  est établie par leurs coordonnées dans l'espace déterminé par la configuration engendrée. L'orientation des axes est spécifiée par l'existence supposée d'un observateur générique. En présupposant le statut *super-observateur* de l'observateur, nous considérons que la configuration qu'il perçoit est comparable à celle du lecteur reconstruisant une configuration à partir de la lecture d'un schéma.

Nous avons expliqué qu'il est toujours naturel de considérer l'orientation d'un plan comme se trouvant en face de nous, devant nous. En conséquence, l'observateur générique se trouve au centre de la configuration, figurant l'origine des axes horizontal ( $x$ ), de la profondeur ( $y$ ) et vertical ( $z$ ).

## **CONCLUSION DU CHAPITRE 4**

Ce chapitre, consacré à la mise en place des notions utilisées dans le modèle informatique, nous procure les éléments essentiels à la détermination des représentations spatiales.

Des occurrences du vocabulaire spécifiant l'activité de localisation sont utilisées à des fins de formalisation, et les règles de localisation développées par la suite s'appuient sur ces définitions. Les définitions développées dans ce chapitre font en effet appel à l'activité cognitive spécifiée par la perception visuelle et l'activité langagière. Le langage naturel sert dans ce cas particulier de mécanisme pour accéder aux données et les organiser.

En centrant le formalisme autour de l'observation du comportement de l'être humain, nous plaçons un observateur générique au centre de toute configuration. Cette stipulation est d'ailleurs observée dans tout texte ou traitement relevant d'une description spatiale : le narrateur place le lecteur au centre des éléments observés. Le narrateur – lecteur - devient le pivot, le centre névralgique de la configuration, car il possède la faculté d'exercer le pouvoir de localiser tous les éléments qui l'entourent par rapport à lui-même, à l'aide de ses différents organes sensoriels et mémoriels.

## CHAPITRE 5 : MODELISATION D'UN OBJET ET DE SON DEPLACEMENT

### INTRODUCTION

*« C'est la technique computationnelle qui impose que la vie mentale soit décrite comme une succession d'états mentaux atomiques »<sup>46</sup>.*

Cette remarque illustre notre choix en matière de processus par lequel le mouvement est envisagé. En terme de représentation, cela correspond à une suite d'instantanés qui, ajoutés bout à bout, génèrent une représentation globale du mouvement.

La localisation d'un objet est issue d'une création interprétative, alors que la notion de mouvement, de déplacement est appréhendée de manière universelle.

Ce chapitre est consacré pour une part à l'examen des propriétés spatiales des éléments ou objets figurant dans une configuration. Nous étudions à cet effet les différentes possibilités dont dispose un objet pour se placer dans un environnement. Nous déterminons ainsi des propriétés spatiales propres aux objets indépendants.

Le second volet de ce chapitre est consacré à l'étude du déplacement d'un objet. A cet effet, nous travaillons à la formalisation des processus en jeu.

---

<sup>46</sup> Rastier François (1996), Sens et textes, Didier, Paris.

## 5.1. Caractéristiques spatiales d'un objet

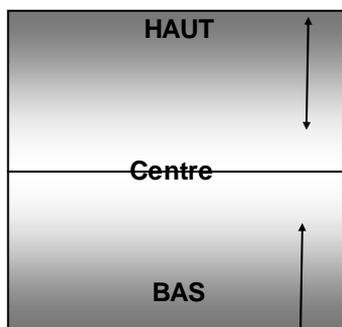
Un objet est habituellement perçu comme possédant des propriétés dont la valeur dépend des caractéristiques morphologiques de l'objet, appelées aussi caractéristiques internes<sup>47</sup>, qui dépendent entre autres, de son volume, de sa taille, de sa forme et de sa capacité de contenance. Elles correspondent à une « géographie » précise de l'objet, dont les valeurs sont énumérées ci-après : **le haut, le bas, le côté gauche, le côté droit, le dessus, le dessous, le centre, l'intérieur, l'extérieur, l'avant, l'arrière.**

Citer « l'extérieur » peut paraître absurde lorsque nous étudions la géographie d'un objet. C'est oublier d'une part que « l'extérieur » appartient aux valeurs qui localisent intrinsèquement l'objet, et d'autre part que c'est sa perception qui détermine l'existence d'un objet pour un observateur donné. Sa présence dans le champ de vision de l'observateur, par exemple, induit alors son existence.

Sachant que l'existence même de l'objet génère le contexte dans lequel il évolue, un objet n'a d'existence que s'il est perçu par un observateur [cf. chapitre 4]. Le champ visuel se trouve être toujours en face de cet observateur ; l'objet observe donc une position particulière à un instant donné, par rapport à un utilisateur déterminé.

La dimension est génériquement inférée par l'existence même de l'objet dans un contexte, c'est-à-dire le monde dans lequel il existe.

Schéma 13



<sup>47</sup> Borillo Andrée (1998), L'espace et son expression en français, Ophris.

Ces valeurs ne sont pas matérialisées pas des lignes, ou des points bien précis, mais correspondent plutôt à des zones comprises entre le bord de l'objet, et la zone concernée. Par exemple, le « *haut* » d'un objet est constitué par une zone dont la limite supérieure est marquée par le bord supérieur de l'objet, et la limite inférieure est comprise entre la limite haute et le centre.

### 5.1.1. Propriétés spatiales

Nous avons défini [cf. Chapitre 4] que tout objet, dans un espace donné, appartient à une configuration. Or, cette configuration, lorsqu'elle est perçue visuellement par un observateur, attache des propriétés spatiales à cet objet. De la représentation spatiale qui est élaborée, résulte des propriétés dont les valeurs sont obtenues à partir de la position relative de l'objet par rapport à l'observateur :

*PR(Objet / Observateur).*

(Se lit : *position relative de l'objet par rapport à l'observateur*).

Ainsi, tout objet perçu visuellement acquiert les propriétés spatiales suivantes :

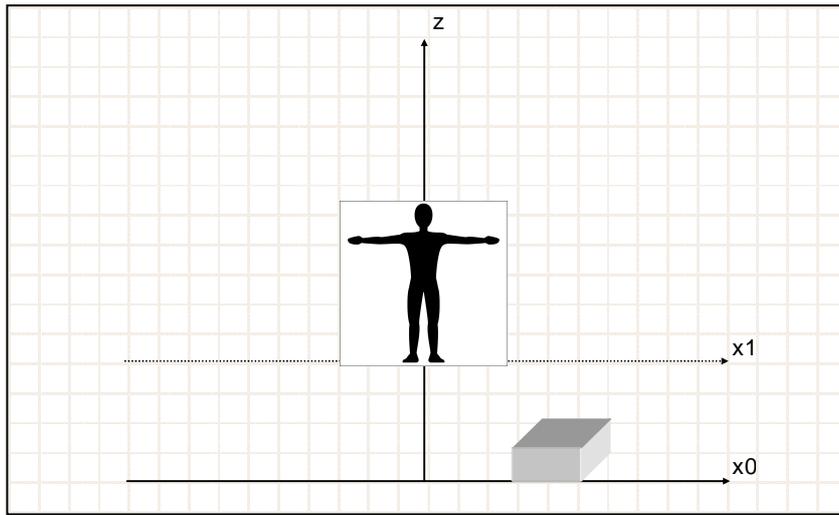
*Les propriétés spatiales d'un objet*

Arrière, avant, bas, haut, côté droit, côté gauche, dessous, dessus, centre, extérieur, intérieur.

Ces propriétés qualifient la position de l'objet par rapport à un observateur, lui-même symbolisant l'origine des axes du plan figuré par une configuration donnée.

La perception du « *dessus* » et du « *dessous* » est déterminée à partir de l'axe vertical du champ de la perception visuelle de l'observateur (défini dans notre travail comme axe z), elle est soumise aux rapports établis par cet axe qui va du sol à l'objet. Cet axe détermine aussi d'autres propriétés comme la taille de l'objet, ou la position de l'observateur par rapport à l'axe vertical, dans le cas où l'observateur et l'objet ne sont pas sur le même plan horizontal [voir schéma 14].

Schéma 14



On peut ainsi déduire par déduction des règles en fonction de la configuration des objets et de l'observateur. Ainsi, par exemple, si le regard de l'observateur se pose sur le dessus de l'objet, et si l'observateur et l'objet sont sur le même plan horizontal, alors la taille de l'objet est inférieure à celle de l'observateur.

## 5.2. Les règles de localisation

Dans une situation de communication, tout locuteur a tendance à inférer des informations implicites, que l'interlocuteur reconstruit sans aucune difficulté. Des informations, de type culturel, permettent au récepteur du message de reconstruire la dimension implicite du message. S'il ne possède pas les connaissances qui lui permettent de reconstruire cette information, il dispose des moyens interactifs que lui procure la situation communicative.

### 5.2.1. Les primitives de localisation

Les règles de localisation, acquises dès l'enfance, sont indispensables pour tout système traitant de localisation spatiale. Ces règles concernent les propriétés spatiales examinées ci-dessus. Il nous faut encore préciser que plusieurs types de connaissances triviales, de règles de localisation primaires, ou primitives de localisation, sont nécessaires à un système pour qu'il soit capable de raisonner. Nous en énumérons ci-après quelques unes sous forme de clauses Prolog. Cette base de règles à deux arguments correspond aux valeurs que prend la position relative d'un objet (*A*) par rapport à un point de référence. Afin d'illustrer plus commodément notre démonstration, nous supposons que (*B*) et (*C*) sont deux autres objets.

#### **Primitives de localisation**

##### Type de base de règles à deux arguments

Si A est sur B alors B est sous A ;  
Si A est devant B alors B est derrière A ;  
Si A est à droite de B alors B est à gauche de A.

##### Type de règles à 3 arguments

Si A est entre B et C et si B est à gauche de A, alors, C est à droite de B et de A.

La dernière occurrence présente un exemple de base de règles à trois arguments correspondant aux valeurs que peut prendre la position relative complexe d'un objet par rapport à deux points de référence.

### 5.2.2. Les règles déterminant la localisation

Pour tout objet présent dans une configuration, l'observateur établit alors l'origine des axes permettant de spécifier la position relative des objets. Ainsi, nous avons déterminé [cf. chapitre 4], les axes comme suit :

L'axe des x détermine la notion de droite et de gauche, l'axe des y la profondeur (notions de devant / derrière), et l'axe des z la verticalité (notions de dessus / dessous)

**Pour tout objet  $X_i(ax,by,cz)$ , et un observateur figurant l'origine des axes.**

Si  $a < 0$  alors  $PR(X/0) = gauche$ .

Si  $a > 0$  alors  $PR(X/0) = droite$ .

Si  $b > 0$  alors  $PR(X/0) = devant$ .

Si  $c < 0$  alors  $PR(X/0) = derrière$ .

Si  $c > 0$  alors  $PR(X/0) = sur$ .

Si  $c < 0$  alors  $PR(X/0) = sous$ .

C'est à partir de ce type de règles que sont déduites toutes les positions relatives pouvant être occupées par un objet dans un espace en trois dimensions.

Nous étudierons plus loin [cf. Chapitre 6] que toutefois, ces règles triviales n'expriment pas avec exactitude toutes les possibilités de localisation des objets.

## 5.3. Les marqueurs spatiaux

### 5.3.1. Caractéristiques du lexique

Que cela soit pour énumérer les valeurs que peuvent prendre les propriétés spatiales d'un objet ou encore les règles de localisation que doit posséder tout système afin d'être en mesure de localiser un objet, une terminologie spécifique est utilisée. En règle générale, les éléments lexicaux spécifiant la localisation se traduisent par des prépositions, des adverbes, des locutions, des nominalisations.

Par exemple :

Prépositions : sur, sous, ...

Adverbes : en haut, en bas, ...

Locutions : en avant de, en haut de, ...

Nominalisations : sur la gauche, un peu plus à droite, ....

Les nuances de sens résultant des termes synonymes ne dépendent en fait que du contexte dans lequel ils sont utilisés. A l'aide de ces marqueurs, il est possible d'exprimer non seulement une localisation, mais également une distance, une direction, ou encore une orientation.

### 5.3.2. Le problème de la subjectivité

La subjectivité consécutive à l'emploi du langage naturel reste l'un des problèmes majeur du formalisme sémantique. La subjectivité, prise dans le sens antonyme de «*sens objectif*», dans la description d'une localisation, résulte de trois facteurs fondamentaux :

- a) le point de vue géographique selon lequel une configuration est observée ;
- b) le choix du lexique et sa précision.
- c) l'interprétation d'une configuration selon des facteurs d'ordre individuel ;

a) Nous avons évoqué, dans le chapitre 4, que le point de référence initial, c'est-à-dire l'observateur, se trouve toujours au centre d'une configuration, de cette manière, ce qu'il perçoit visuellement se trouve de fait face à lui, et ce dont il a « conscience » se trouve derrière lui. Tout le problème est donc de déterminer quelle est l'orientation de son champ de vision qui correspond à une interprétation « correcte », en éliminant toute information parasite, comme les illusions d'optiques, par exemple.

b) L'ambiguïté liée aux choix effectués sur l'emploi de tel ou tel mot, oriente de façon arbitraire l'interprétation par interlocuteur de la description, et donc la construction de sa représentation spatiale.

c) Indépendamment d'indices factuels bien précis, on peut raisonnablement considérer que l'interprétation demeure une formidable gageure et sa résolution véritablement utopique dans la simulation interprétative et décisionnelle d'un système informatique, pour les raisons justement énumérées ci-dessus. En effet, il est difficilement concevable de traiter le troisième point (c) de manière « générique », en créant artificiellement un « comportement moyen », représentant soit la somme de tous les comportements observés, soit un « type », sorte de modèle supposé neutre et idéal.

### 5.3.2.1. L'estimation d'une distance

Le problème devient ardu dès lors qu'il s'agit de traiter des estimations, telles que par exemple : *loin, près*.

L'appréciation d'une distance est évaluée selon des critères individuels alors que la mesure d'une distance résulte de calculs obéissant à un calcul normalisé : une distance s'exprime selon un système de mesure bien précis, défini culturellement, comme c'est le cas, par exemple, du système métrique.

Exprimer l'opinion « *C'est loin* » ou « *ce n'est pas très loin* », ou encore « *c'est très loin* » détermine une projection de l'effort à fournir pour atteindre l'objectif visé.

En utilisant l'adverbe *loin*, le locuteur exprime le fait que l'objet dont il parle se situe à une certaine distance d'un point de référence, dont il estime que la distance est grande.

Il s'agit d'évaluer, à partir de référents culturels, un ordre de grandeur concernant une mesure. Une échelle de référence complexe établit des indications appréciatives selon des critères d'ordre individuel. Formaliser l'opinion « *c'est loin* » revient à identifier tous les facteurs qui concourent à déterminer cette distance.

Ces opérations ne sont pas actuellement compatibles avec un système informatisé qui traite d'informations explicites.

### **5.3.3. Le cas des occurrences composées**

Lorsque nous décrivons un objet, nous avons besoin de nommer explicitement l'endroit que nous désignons. Bien que le langage permette d'exprimer la pensée, celui-ci est sensiblement différent de la perception visuelle humaine, dans le sens restrictif du terme, et nous prenons souvent des raccourcis pour désigner des parties d'un objet.

Par exemple, si l'objet que nous décrivons est un cube avec des faces de couleurs différentes, nous n'allons pas faire référence à une propriété spatiale, mais à une couleur. Par contre, si le cube que nous devons décrire possède une couleur uniforme sur toutes ses faces, nous devons faire l'effort de distinguer chaque face à l'aide des propriétés spatiales de l'objet. Le langage naturel est pour cela riche de nuances et de synonymes.

A partir des valeurs minimales exprimées par les propriétés spatiales d'un objet, nous pouvons élaborer des combinaisons qui permettent de situer avec plus de précisions l'endroit, ou le point que nous souhaitons désigner. Il est bien évident que seul les antonymes ne se combinent pas, car un point ne peut se trouver à la fois dessus et dessous un objet au même moment. Il n'y a pas, à priori, de règles précises ordonnant l'agencement de l'un des termes avant l'autre, l'usage et l'acceptation dépendent généralement du locuteur.

Par exemple, l'expression « *en bas à droite* » est équivalente à « *à droite en bas* ». Tout au plus peut-on déduire du choix du premier terme un focus sur l'endroit désigné par ce premier terme, qui n'entraîne d'ailleurs aucune précision supplémentaire sur la localisation.

L'utilisation d'adverbes tient lieu d'appréciations communément acceptées et comprises par tous lorsqu'il s'agit de petites distances.

Par exemple, si nous désignons l'endroit suivant : *en bas, un peu à droite*, l'interlocuteur a une faible marge d'erreur, et l'on peut rectifier, toujours à l'aide d'adverbes : *un peu plus loin à droite*.

L'adverbe permet, dans cette situation particulière, une spécification de la distance, puisqu'il permet de déplacer dans une moindre mesure le focus de l'interlocuteur.

De même la combinaison préposition + groupe nominal permet de diriger l'interlocuteur vers le focus que l'on désigne, comme le préconisent les exemples suivants :

*Regarde vers la droite.*

*C'est en direction du bas.*

*Un peu plus à gauche.*

*Il se trouve à proximité du centre.*

La nominalisation de la préposition de lieu, dans ce cas, désigne un focus. La préposition permet, elle, de guider l'interlocuteur vers le focus.

A partir des observations énumérées ci-dessus, nous allons déterminer des combinaisons de localisation permettant d'identifier la position relative complexe d'un objet à partir de la position d'un autre objet. Nous déterminons graphiquement les zones dans lesquelles les objets sont susceptibles de se situer.

### **5.3.3.1. Cas de devant / derrière**

L'objet 1 se trouve devant l'objet 2.
---------------------------------------

Si la position relative complexe de Objet 1 par rapport à Objet 2 est « *devant* » ; alors la zone occupée par Objet 2 se définit par le secteur déterminé par l'axe de la profondeur ( $y$ ). En fonction de la position de Objet 1, nous pouvons déterminer de façon générique celle de Objet 2.

En fait, deux possibilités s'offrent à nous (voir schéma 15) :

- a) Si Objet 1 se trouve *devant* l'observateur, alors Objet 2 se trouve dans la zone déterminée par  $y > 0$  : *devant, à droite, à gauche.*

Soit :

*Si  $PR(\text{Objet 2} / \text{Observateur}) = \text{devant}$ ,*

*Et si  $PR(\text{Objet 1} / \text{Objet 2}) = \text{devant}$*

*Alors pour tout  $b \in y$ ,  $\text{Objet 1}(b) > \text{objet 2}(b)$ .*

- b) Si Objet 1 se trouve *derrière* l'observateur, alors Objet 2 se trouve dans la zone déterminée par  $y < 0$  : *derrière, à droite, à gauche.*

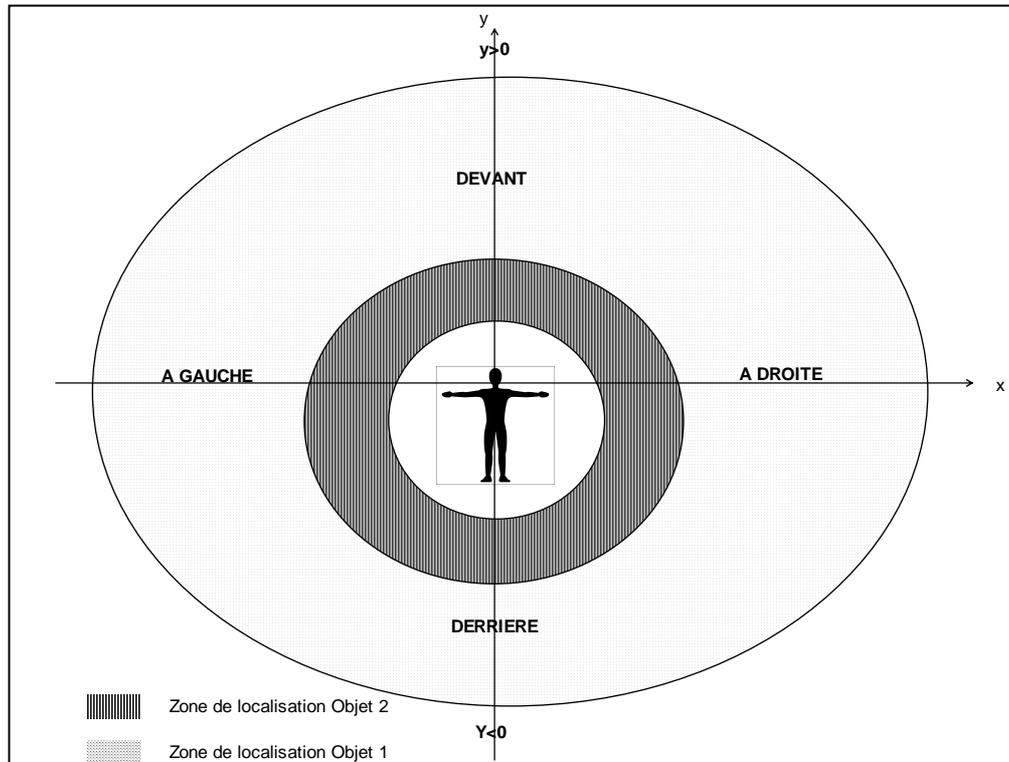
Soit :

*Si  $PR(\text{Objet 2} / \text{Observateur}) = \text{derrière}$ ,*

*Et si  $PR(\text{Objet 1} / \text{Objet 2}) = \text{devant}$*

*Alors pour tout  $b \in y$ ,  $\text{Objet 1}(b) < \text{objet 2}(b)$ .*

Schéma 15: Dans ce schéma, l'axe mentionnant la verticalité (axe z) n'est pas pris en compte, car il n'apporte aucune information supplémentaire.



Notons que lors de l'opération de localisation, l'observateur situe Objet 1 devant Objet 2 même lorsque ceux-ci se trouvent derrière lui. Ce phénomène est expliqué dans le chapitre 6.

### 5.3.3.2. Cas de droite / gauche

Si la position relative complexe de Objet 1 par rapport à Objet 2 est « gauche » ; alors la zone occupée par Objet 2 se définit par le secteur déterminé par l'axe des abscisses (x). En fonction de la position de Objet 1, nous pouvons déterminer de façon générique celle de Objet 2. (Voir schéma 16)

L'objet 1 se trouve à gauche de l'objet 2.

- a) Si la position relative de Objet 1 par rapport à Objet 2 est à gauche, et que Objet 2 se trouve à droite de l'observateur, alors, la zone occupée par Objet 2 se définit par le secteur suivant : droite

Si  $PR(\text{Objet2} / \text{Observateur}) = \text{droite}$

et si  $PR(\text{Objet 1} / \text{Objet 2}) = \text{gauche}$ ,

alors, pour tout  $a \in x$ ,  $\text{Objet 1}(ax) < \text{Objet 2}(ax)$

- b) Si la position relative de Objet 1 par rapport à Objet 2 est gauche, et que Objet 2 se trouve à gauche de l'observateur, alors, la zone occupée par Objet 2 se définit dans le secteur suivant : *gauche*.

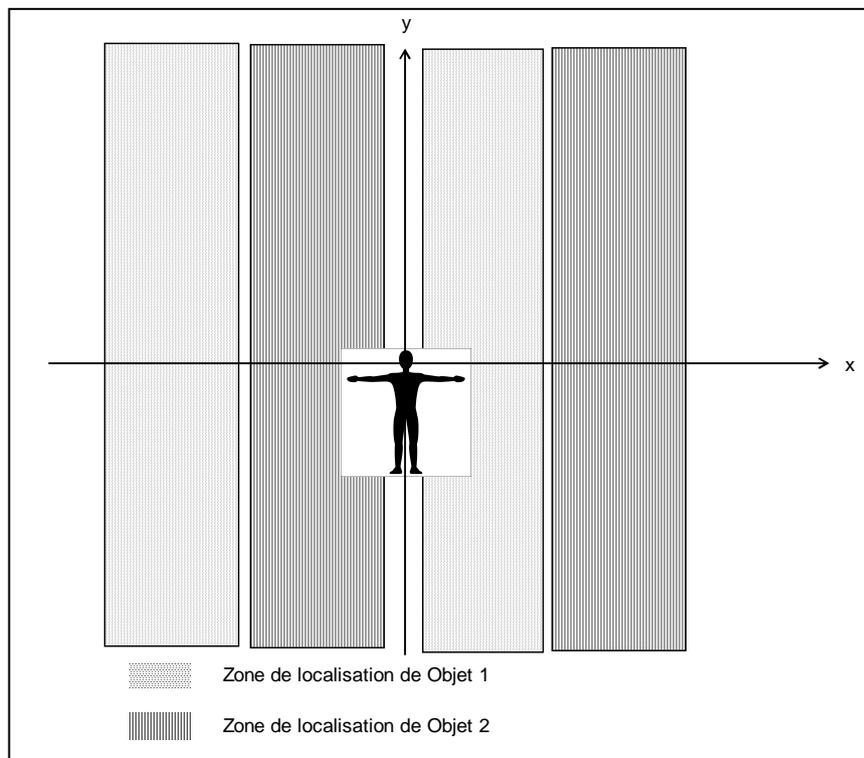
Soit :

Si  $PR(\text{Objet2} / \text{Observateur}) = \text{gauche}$

et si  $PR(\text{Objet 1} / \text{Objet 2}) = \text{gauche}$ ,

alors, pour tout  $a \in x$ ,  $\text{Objet 1}(ax) < \text{Objet 2}(ax)$ .

Schéma 16 : Dans ce schéma, l'axe de la verticalité ( $z$ ) n'est pas pris en compte.

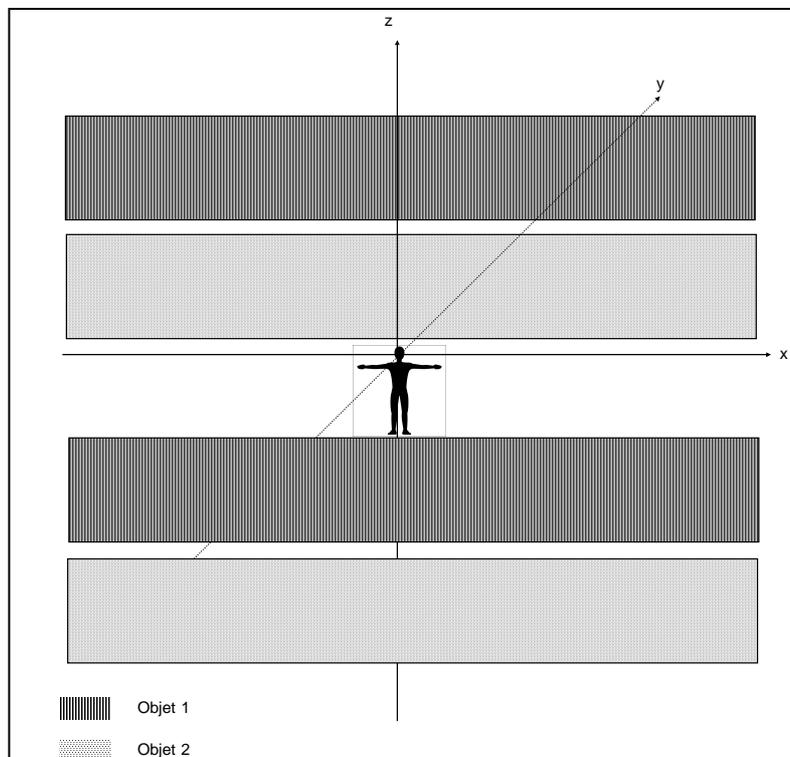


### 5.3.3.3. Cas de dessus / dessous

Si la position relative complexe de Objet 1 par rapport à Objet 2 est « *dessus* » ; alors la zone occupée par Objet 2 se définit par le secteur déterminé par l'axe vertical (z). Nous pouvons déterminer de façon générique celle de Objet 2 (voir schéma 17).

L'objet 1 se trouve au-dessus de l'objet 2.

*Schéma 17*



Si la position relative de Objet 1 par rapport à Objet 2 est *dessus*, alors Objet 2 se trouve *dessous* Objet 1. Objet 1 et Objet 2 n'occupent alors plus qu'une seule position relative par rapport à l'observateur.

$$PR(\text{Objet 1} / \text{Objet 2}) = \text{dessus.}$$

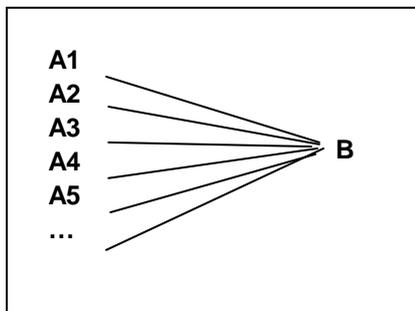
alors, pour tout  $c \in z$   $\text{Objet 1}(cz) > \text{Objet 2}(cz)$ .

## 5.4. Le traitement de l'action

Traditionnellement, la « *représentation des connaissances* » est exprimée par le découpage de la réalité en actions et états élémentaires, ce qui permet d'organiser des paquets de connaissances, en scripts<sup>48</sup>, ou encore en frames<sup>49</sup>, selon que l'on envisage la représentation sous une forme procédurale, ou sous une forme déclarative. Ainsi, sont définies des actions et des états élémentaires sur un monde<sup>50</sup> : à une action donnée correspond un état initial de l'objet asservi par l'action, et un état terminal, où les propriétés de l'objet sont modifiées. Dans cette perspective, un objet peut être acteur, et modifier les propriétés d'un autre objet, ou alors être assujéti par une action, et c'est l'action elle-même qui modifie les propriétés spécifiques de l'objet. Cette approche est généralement adoptée dans les modèles linguistiques utilisant les frames et les réseaux sémantiques. La terminologie est alors considérée comme une finalité à la modélisation sémantique, en fixant une fois pour toutes les propriétés des objets utilisées dans les modèles.

En adoptant le principe selon lequel un état résulte d'un contexte, c'est-à-dire d'une situation particulière, on peut en déduire que le couple (*Contexte, Etat*), ne peut en aucun cas être fixé d'une manière définitive. En effet, il ne suffit pas qu'une situation A engendre une situation B pour que cela devienne une vérité significative. D'une manière générale, de nombreuses situations peuvent être à l'origine de la situation B.

### Schéma 18



<sup>48</sup> Shanch Roger & Abelson R. (1977), *Scripts, Plans, goals and Understanding*, N.J. Lawrence, Erlbaum.

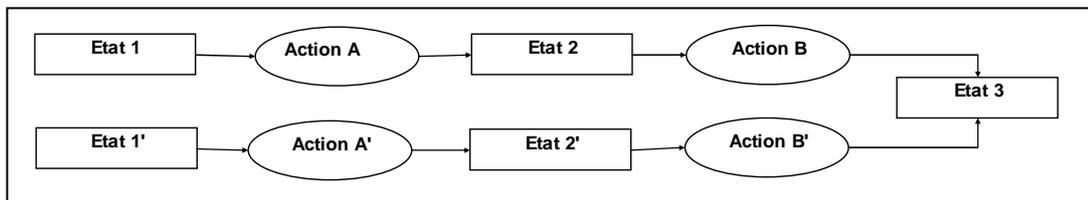
<sup>49</sup> Minsky Marvin (1988), *La société de l'esprit.*, Interditions.

<sup>50</sup> Pitrat Jacques (1995), *De la machine à l'intelligence*, Hermes.

L'approche adoptée dans ce travail tient compte de cet état de fait. Nous posons que toute action est le résultat ou la continuité d'une action préexistante<sup>51</sup>. Dans cette optique, l'identification d'une action requiert avant tout des renseignements de type contextuels, puisque toute action qui paraît élémentaire en premier examen, est en réalité issue de l'accomplissement d'une action préexistante. Il s'agit alors de déterminer, selon les besoins, dans un contexte défini, les actions successives qui sont à l'origine de l'action que l'on examine.

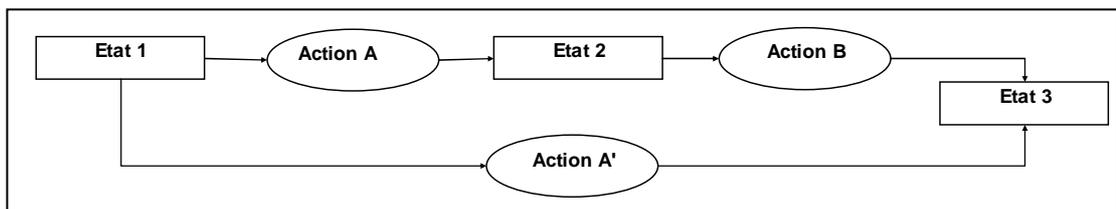
L'action est considérée ici comme un facteur de modification qui permet de passer d'un état à un autre (voir schéma 19).

Schéma 19



Nous insistons particulièrement sur le fait que ce sont les nécessités d'éclaircissement du contexte qui déterminent le degré de précision des actions qui sont à l'origine d'un état (voir schéma 20).

Schéma 20

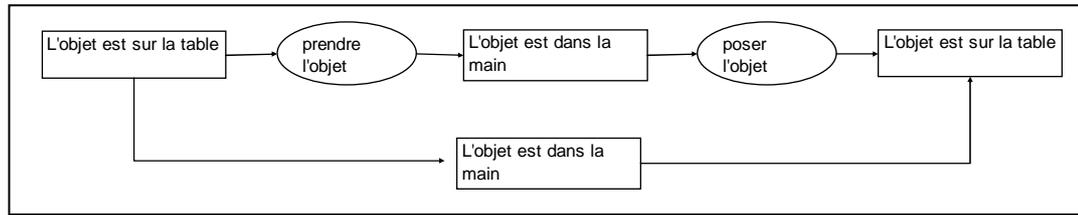


En fait, le degré de précision des actions élémentaires est fortement corrélé au besoin d'exactitude que l'on souhaite posséder sur l'antécédence des états et les facteurs à l'origine des modifications d'états.

<sup>51</sup> Krivine Jean Louis (1990), Lambda calculs, Types et modèles, Etudes et recherches en informatique, Masson.

Par exemple :

Schéma 21



A chaque état est associé une configuration. Une configuration résulte donc d'un enchaînement d'état et d'actions. Nous parlons plutôt de « *succession* » de préférence à « *enchaînement* », car une suite (*Actions, Etat*) n'implique pas toujours une relation de causalité. Une succession de faits a pour facteur commun une dimension temporelle, que nous définissons au moyen de phases.

#### 5.4.1. Les phases d'une action

Déterminer l'état initial et l'état final d'une action, c'est identifier le contexte dans lequel se réalise cette action, les contraintes de réalisation liées à l'action n'étant valables que dans le contexte examiné.

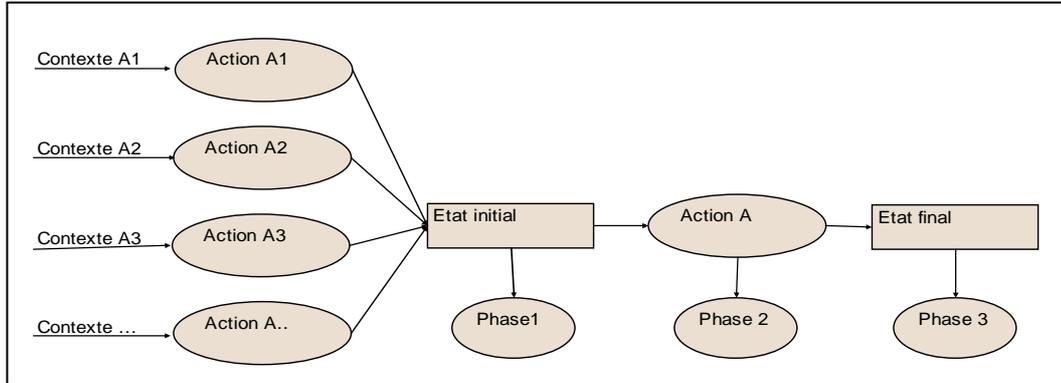
L'action est envisagée comme une succession de configurations. Or, une configuration est considérée comme un instant donné, noté *i*. Chaque instant, par définition, renferme une durée intrinsèque liée à la précision que l'on souhaite donner à l'action (voir schéma 20). Dans ce travail, nous n'envisageons pas une action en terme de durée, mais en terme de phases. Nous posons que toute action se décompose de manière générique, en 3 phases :

- *Phase 1* : l'état initial,
- *Phase 2* : l'accomplissement de l'action,
- *Phase 4* : l'état final (l'action est réalisée).

Pour une action donnée *A*, on note  $\sum_{i=1}^3 A_i$  la somme des trois états correspondant à une action.

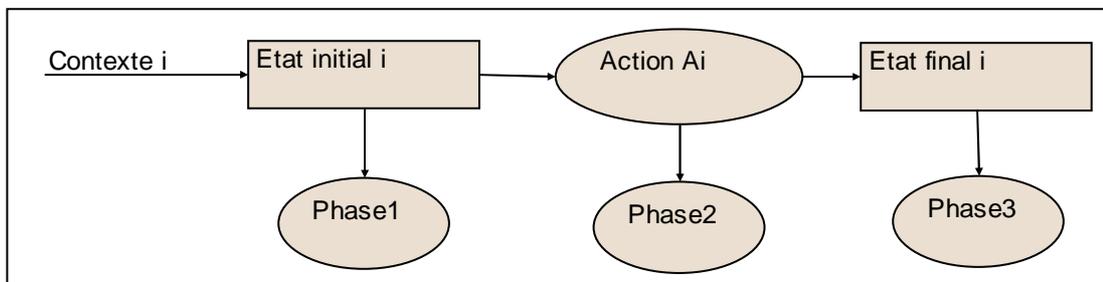
Notons qu'un état final peut à tout moment devenir un état initial, s'il est suivi d'une autre action (voir schéma 22), ou encore un état intermédiaire d'une autre action.

Schéma 22



Nous avons vu qu'une action se décompose de la manière suivante (voir schéma 23) :

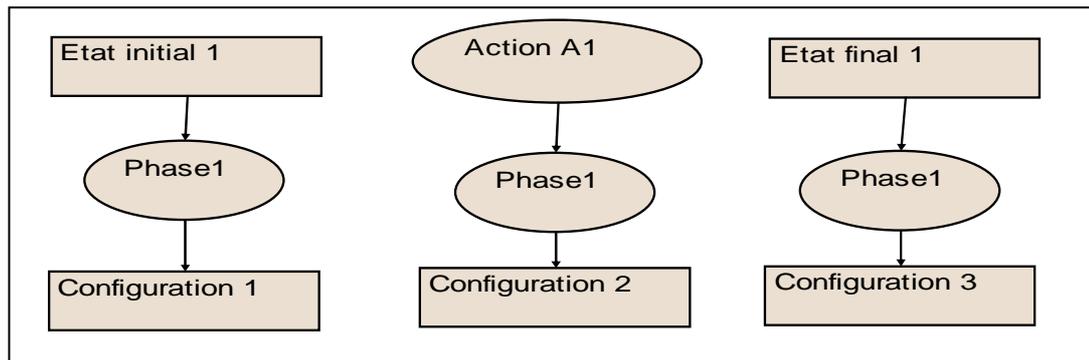
Schéma 23



Or, à un instant donné (qui correspond à une phase), il existe une configuration à partir de laquelle nous pouvons observer la position relative de chacun des éléments. La question qui se pose alors est la suivante :

Est-il possible, à partir d'une configuration, d'identifier une phase particulière et de déterminer l'action à laquelle elle appartient ? (voir schéma 24).

Schéma 24



En d'autres termes, est-il possible, à partir de la position relative des différents éléments présents dans une configuration donnée, de déterminer des critères permettant d'identifier une phase ? Et ensuite de relier cette phase à une action ?

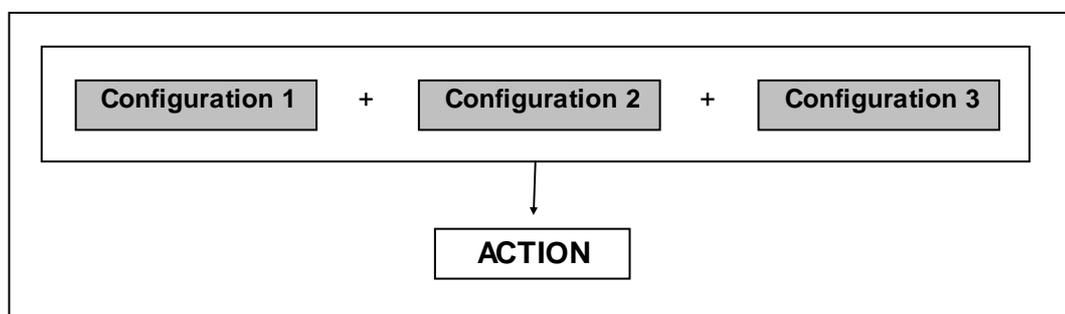
En pratique, il s'agit de déterminer les indices sur lesquels nous nous appuyons pour renseigner de manière formelle la phase de l'action en cours.

Nous pouvons d'ores et déjà déterminer trois situations :

- a) L'action débute (phase 1) ;
- c) L'action est en cours de déroulement (phase 2) ;
- d) L'action est terminée (phase 3) ;

Si nous posons que pour toute action sur un objet, il existe trois phases, alors il existe au moins trois configurations, qui, mises bout à bout, génèrent une action complète (voir schéma 25).

Schéma 25



L'examen du contexte immédiat, c'est-à-dire de la configuration immédiatement précédente, ou immédiatement suivante devrait permettre l'identification de la

configuration. Cette solution réclame une base de données contenant tous les modèles d'actions, chaque modèle d'action comportant une description précise de tous les cas possibles des positions relatives des objets sur lesquels l'action s'exerce. Ceci s'avère un travail gigantesque lorsqu'il s'agit de traiter globalement toutes les actions possibles sur un objet. Sur un domaine bien circonscrit, il s'agit de connaître tous les objets en œuvre, à l'identique d'une pièce de théâtre, où tout est codifié à l'avance.

## 5.5. Méthodologie

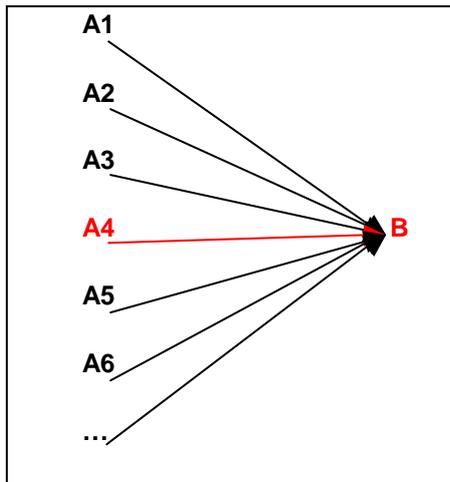
Commençons par supposer qu'à toute phase  $i$  correspond une configuration  $c_i$ . Cette configuration donne la position relative de chaque objet. Donc, pour une configuration  $c_i$  donnée, la position relative d'un objet correspond à une phase  $i$ . Cette configuration dépend d'une action  $A_i$  sur l'objet  $X$ .

Notons que la réciproque est fautive. En effet, si une phase  $i$  – affectée à un déplacement donné – correspond à une position relative, à cette position relative peuvent correspondre de nombreuses possibilités d'actions (voir schéma 18).

L'examen du contexte immédiat, c'est-à-dire de la configuration précédente, ou encore l'examen de la position relative immédiatement précédente :  $PR_{i-1}(X/O)$  et  $PR_{i+1}(X/O)$  doit permettre l'identification de la phase  $i$ . Lorsque l'ambiguïté sur l'identité de l'action subsiste, un examen du contexte plus lointain, s'il est possible, peut être envisagé.

Cette technique permet, d'une part, de vérifier s'il y a ambiguïté sur l'identification de la phase – par exemple, dans le cas où la position relative corresponde exactement à une phase possible de plusieurs actions – et, d'autre part, de pouvoir mettre à jour la base de connaissances des actions, sans contraintes sur la programmation.

En fait, chaque action est représentée sous forme d'un modèle / patron – *pattern* – en fonction duquel est défini le comportement d'un certain nombre de critères. Chaque *modèle* ainsi défini est rattaché à un *type modèle*, et chaque type possède des caractéristiques spécifiques. Etant donné que nous travaillons sur un domaine thématique et déterminé, il devient alors possible de spécifier – dans une certaine mesure - les actions préalables possibles à l'accomplissement de chaque action.

Schéma 26

Selon le contexte, on choisit une action A précédant l'action B.

B peut, selon le cas, être le résultat de l'action A (relation de causalité), ou seulement une autre action succédant à A (relation de succession).

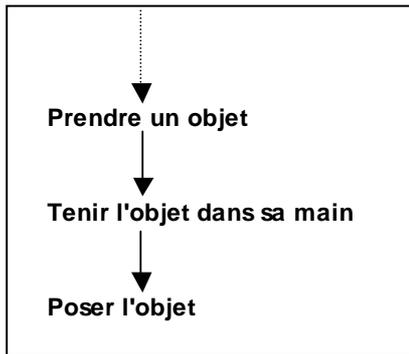
### 5.5.2. Le facteur contexte

Les indices que nous utilisons sont numérotés de 1 à 3, et non de 0 à 2. Ceci s'explique par le mode de représentation choisi. En effet, en considérant  $T_1$  comme étant l'état initial, nous supposons par ailleurs qu'il existe un état antérieur  $T_0$  qui précède l'état  $T_1$ . Un état ne peut être isolé, puisqu'il appartient à un contexte, comme continuation ou conséquence d'une action antécédente. Si  $T_0$  représentait la phase initiale, il l'isolerait précisément du contexte situationnel duquel elle est issue, car l'indice 0 ne présuppose pas d'état antérieur.

Toute la difficulté se définit par le fait qu'il est complexe de remonter aux actions implicites qui sont à l'origine d'une situation ou d'une action donnée. En effet, le traitement d'une situation offre bien souvent des possibilités multiples en amont, et la complication vient de ce que plusieurs actions peuvent aboutir au même résultat.

Par exemple, si nous considérons l'occurrence « *poser [un objet]* » nous constatons que l'action de « *poser* » présuppose « *tenir [l'objet] dans la main* », qui présuppose éventuellement « *avoir pris [objet] d'un autre endroit* ». Ainsi, l'action de « *poser [un objet]* » ne peut être isolée, puisqu'elle fait suite à une série d'actions qui fournissent les conditions de son accomplissement.

Schéma 27



Notons que nous ne parlons pas de phases en terme de durée. Dans le découpage que nous effectuons sur une action, une phase illustre significativement un état du mouvement. Elle représente donc d'une manière normalisée une étape dans l'accomplissement de l'action. Dans ce type de représentation, la durée d'une phase n'a pas d'incidence sur son interprétation. En effet, la durée d'une phase est soumise à des facteurs contextuels et situationnels variables. Nous ne pouvons, en conséquence, déterminer de façon théorique et tout au moins certaine la durée de l'exécution d'une phase.

### 5.5.3. Succession versus causalité

La succession des actions, et plus globalement la succession des couples (*Etat, Action*) n'implique pas nécessairement une relation de causalité. Nous considérons que la succession d'actions produit le contexte dans lequel se réalisent les actions. En règle générale, la causalité est fortement dépendante de l'interprétation de l'observateur, puisqu'elle induit des connaissances culturelles et situationnelles, du fait de l'élaboration de relations de causes à effet. La succession ne dépend que de l'observation et de la description que l'on effectue. La causalité résulte de l'observation d'un événement, et procède de la reconstruction d'un contexte et d'un état probable ou certain antérieur qui serait la cause de l'évènement observé.

### 5.5.4. Les caractéristiques du déplacement d'un objet

Le mouvement se définit de façon biunivoque. D'une part, il correspond au déplacement physique de l'observateur<sup>52</sup>, et dans ce cas, la perception de la

---

<sup>52</sup> Boons J. (1987), Langages 87 .

configuration à laquelle se réfère le champ visuel se modifie au cours de la trajectoire de l'observateur. D'autre part, il concerne le déplacement d'un objet, et / ou d'une partie d'un objet, ou d'une partie de l'observateur<sup>53</sup> dans l'espace - son bras par exemple-. L'observateur focalise alors son champ visuel sur l'objet en déplacement, en fonction de sa trajectoire.

Nous considérons que l'observateur observe une position statique. J. Boons<sup>54</sup> met en évidence le fait que le regard ne focalise pas sur toute une trajectoire, mais uniquement sur quelques points de la trajectoire, et appréhende le mouvement d'une manière globale, du fait de la représentation du mouvement [Voir chapitre 6 : Le concept de représentation spatiale].

La définition que nous adoptons dans cette étude est celle de « *déplacement* », qu'il s'agisse de « *mouvement* » pour ce qui concerne le déplacement de l'observateur tout entier, ou celle de « *déplacement* », pour ce qui concerne le déplacement d'un objet avec ou sans une partie de l'observateur. Nous faisons abstraction des mouvements de l'observateur, et nous focalisons sur les « *déplacements d'objets* », qu'ils soient effectués ou non par l'observateur.

#### **5.5.4.1. L'ambiguïté interprétative**

Il est remarquable de constater que, d'une manière générale, un être humain est capable de déduire de façon quasi certaine quelle action a été exercée sur l'objet en mouvement, quelque soit la phase qu'il examine - une photographie, par exemple -. En réalité, il dispose de connaissances « *extra visuelles* » qui contribuent, en complément des informations données par le champ visuel, à reconstruire le mouvement avec des informations implicites. Ces informations implicites « *extra visuelles* » concernent des connaissances contextuelles acquises le plus souvent de façon expérimentale.

#### **5.5.4.2. Les valeurs de l'objet en déplacement**

L'objet dans la représentation du déplacement se voit attribuer une dimension passive, c'est-à-dire qu'il subit un changement de localisation, voire de position relative. En dehors d'indicateurs explicites, l'axe intrinsèque de l'objet sera

---

<sup>53</sup> Boons J. (1987), p. 5-40.

<sup>54</sup> Denis Michel (1997), Langage et cognition spatiale, Masson.

considéré comme vertical. La position implicite d'un objet, est avant tout une « *position debout* ». C'est cette position qui est considérée comme valeur par défaut dans notre modèle.

De même, nous déterminons son orientation établie par la valeur par défaut « *en face* ». Les caractéristiques de cette position anaphorique ont été développées dans le chapitre 4 pour l'observateur, et les propriétés sont conservées pour l'orientation de l'objet. Ainsi, pour tout objet, dans le cas particulier d'objets présentant une face pratique, esthétique, ou encore considérée comme façade, on considère de manière générique que la dite face est présentée en vis-à-vis avec l'observateur.

#### 5.5.4.3. Les configurations induites par le déplacement

Le mouvement induit une série de configurations dont l'interprétation, en terme de position relative, se traduit par la détermination de la position relative de l'objet *X*.

Il y a « *déplacement* », lorsque pour un contexte et une action donnés, la position relative de l'Objet *X* se modifie selon un axe déterminé par le contenu sémantique de l'action.

Lorsqu'il y a « *déplacement* », la position relative de l'objet *X* par rapport à la position initiale (*0*), correspond à une phase  $T_i$  appartenant à l'action *A*.

On note :

$$PR(X / 0) = T_i$$

où  $T_i \in A(T_1, T_2, T_3)$ .

Tout objet subissant un déplacement voit son comportement modifié. Dans le cas qui nous intéresse, le comportement se traduit par la configuration que l'objet occupe : on suppose que la configuration en *i* est différente de la configuration en *i-1*. La connaissance du comportement en *i-1* doit pouvoir faire remonter à l'action qui a modifié son comportement. La comparaison des deux configurations doit faire émerger l'élément mobile [Voir schéma 28 et schéma 29].

Schéma 28

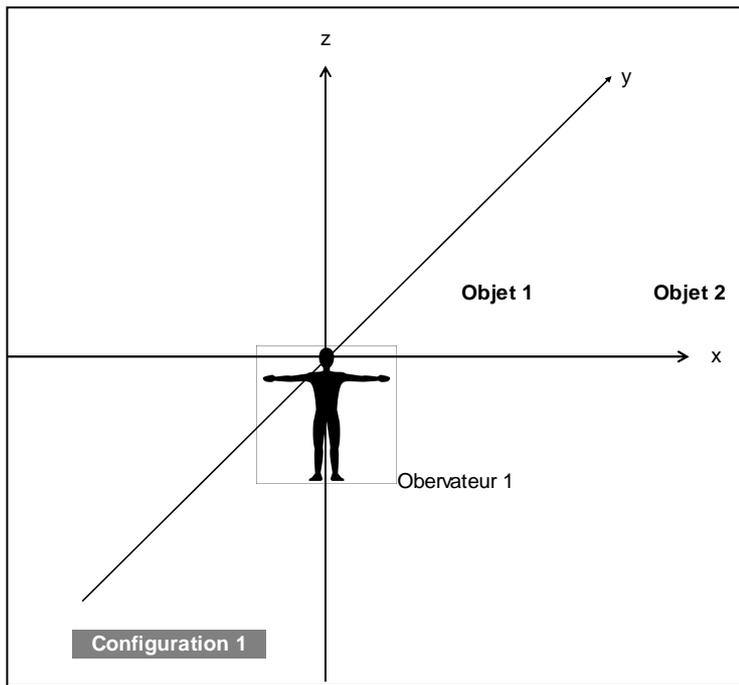
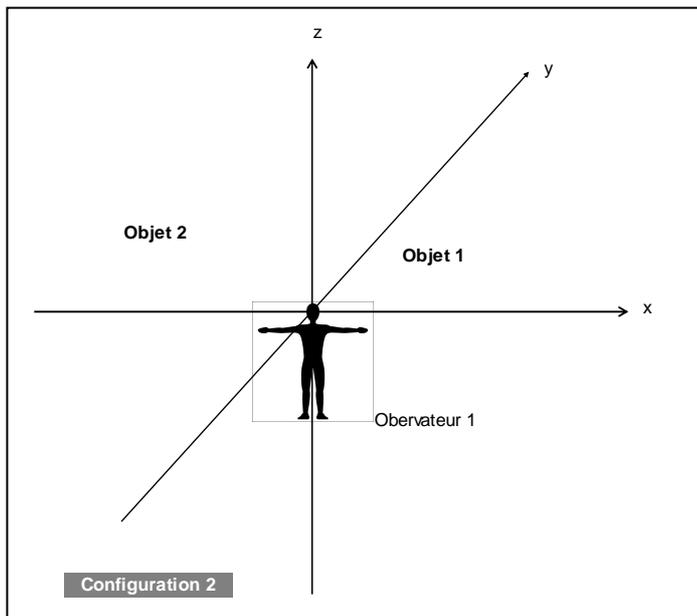


Schéma 29



Le résultat de l'action est observable en Configuration 2

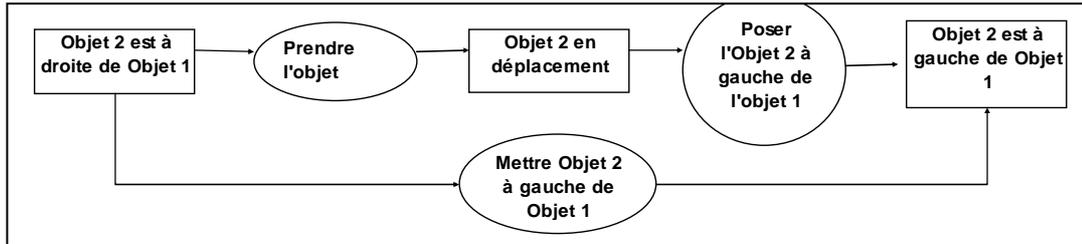
Ce résultat correspond à la commande suivante :

Mettre l'objet 2 à gauche de l'objet 1.

Pour déterminer de manière fiable l'origine de l'action, il suffit de comparer les deux configurations et d'observer les coordonnées des deux objets pour identifier l'objet mobile.

On peut écrire que la modélisation de l'action *mettre (un objet) à gauche* se définit de la manière suivante :

Schéma 30



Observons que la description de l'action *mettre (un objet) à gauche* peut être librement définie. En effet, il existe dans la description d'une action globale autant de degrés de finesse que d'interlocuteurs. On peut dire que de nombreux facteurs subjectifs interviennent, il peut s'agir d'éléments d'ordres culturels, normatifs, ou tout simplement d'ordres perceptifs.

## **CONCLUSION DU CHAPITRE 5**

La modélisation des actions de déplacement, telles que nous les exposons, présente l'avantage de la portabilité. En effet, la spécification de situations prototypiques permet, au moins d'un point de vue informatique, de spécifier des connaissances génériques au-delà des connaissances pragmatiques propres au monde de référence.

La position relative d'un objet se définit en fonction du contexte, c'est-à-dire de l'état final d'une action précédente, chaque état / configuration étant le résultat d'une action, ce qui spécifie un contexte de réalisation.

En l'absence de toutes connaissances pragmatiques, lorsque nous prélevons une action et essayons de l'analyser hors contexte, les capacités d'analyse sont en général réduites à zéro, et ne résolvent pas pour autant le problème de la détermination de l'état initial.

L'analyse d'une configuration au moyen d'un modèle générique permet, en tous cas, de présenter un mécanisme d'analyse qui permet de compenser en partie les imprécisions dues aux connaissances implicites.

## CHAPITRE 6 : LE CONCEPT DE REPRESENTATION SPATIALE

### INTRODUCTION

Le concept de représentation est une donnée fondamentale, en particulier pour le traitement « *computo-représentationnel* »<sup>54</sup>. La notion de représentation est alors liée à la présence, la réalité d'objets dont l'existence est elle-même dépendante des aptitudes perceptives d'un individu donné. La représentation n'est plus alors examinée comme préalable à la construction d'une configuration donnée, mais relative à la perception environnementale, à la condition toutefois que cet environnement soit assimilé, c'est-à-dire compris et accepté.

La perception visuelle reposant en grande partie sur des informations produites en fonction de l'univers des connaissances de l'observateur, l'interprétation qui en est faite conduit à une représentation mentale.

#### Schéma 31



Une « *représentation spatiale* » symbolise le résultat de la perception visuelle qu'a un individu d'une « *configuration* », elle relève donc de l'interprétation. La représentation spatiale résulte d'une création interprétative : l'observateur interprète ce qu'il perçoit dans son champ de vision, puis construit une représentation spatiale à partir de cette interprétation.

La représentation spatiale est donc dépendante de la position de l'observateur. Nous avons subséquentement établi comme point de départ que le repère fondamental dans une configuration est l'« *observateur* ». L'observateur est la personne qui rapporte, qui commente en langage naturel une configuration, qu'il s'agisse d'un texte ou d'une situation de communication.

---

<sup>54</sup> Lassègue J., Visetti Y-M, (2002), *Intellectica*, p : 7.

En effet, ainsi que nous l'avons expliqué [cf. Chapitre 5], la « *position relative* » des objets a la particularité d'être obtenue par l'intermédiaire d'un observateur qui perçoit une configuration des objets composant son environnement. Cette configuration est perçue en fonction de la « *position initiale* » de l'observateur. La « *position initiale* » correspond à l'emplacement que l'observateur occupe par rapport à l'environnement qu'il perçoit. La position des objets est donc établie corrélativement à cette position initiale. Si l'observateur change de position, par exemple s'il se tourne sur la droite, avance de quelques mètres ou encore fait demi-tour, il construit une nouvelle « *représentation spatiale* » dans laquelle de nouveaux objets apparaissent, d'autres disparaissent, tandis que les objets présents occupent une « *position relative* » différente par rapport au « *point de référence* » établi par l'observateur. La différence s'apprécie alors par les nouvelles valeurs en terme de position relative des objets présents dans le champ de vision nouvellement reconstruit.

Ainsi, les coordonnées des différents objets se modifient en fonction de la « *position initiale* » de l'observateur. En termes de localisation, un objet se trouvant à droite de l'observateur, se trouve à gauche de l'observateur si celui-ci exécute un demi tour.

A partir de ces observations, et des définitions exposées dans les chapitres précédents, nous définissons deux types de représentations spatiales : la « *représentation spatiale directe* » et la « *représentation spatiale indirecte* ». Les représentations pouvant aussi être envisagées comme moyen d'appréhender un processus, nous examinons, à travers les notions de représentation directe et représentation indirecte, une méthodologie permettant de « *représenter* » les actions et les états des objets présents dans une configuration.

## 6.1. La représentation spatiale directe

Nous posons que lorsqu'une représentation spatiale est engendrée directement d'après la perception visuelle d'une configuration, il s'agit d'une « *représentation spatiale directe* ».

Schéma 32 : Objets dans une configuration

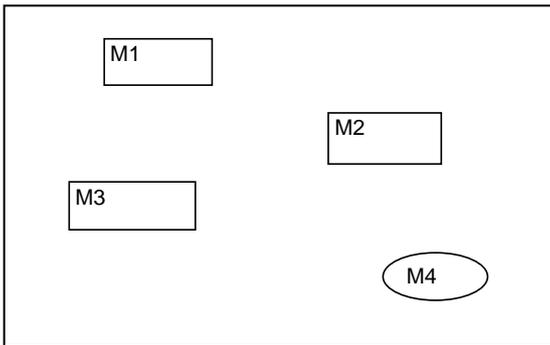
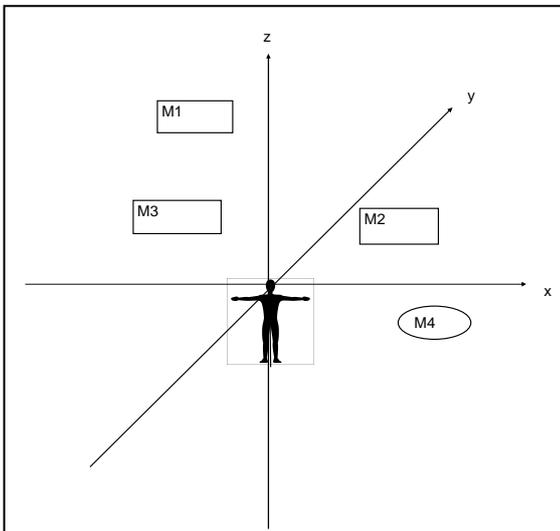


Schéma 33 : **Représentation spatiale** = Configuration perçue par un observateur.



En nous appuyant sur les éléments définis ci-avant, nous définissons la représentation spatiale directe de la manière suivante :

Les postulats :

- a) Une représentation spatiale est élaborée par un observateur, ce qui permet à celui-ci de décrire son environnement, ainsi que la position des objets qui l'entourent par rapport à lui-même, et par rapport aux autres objets de l'environnement qu'il perçoit.
- b) Une représentation spatiale est considérée par une posture fixe de l'observateur, c'est-à-dire qu'il observe une position immobile de la tête : il ne tourne par la tête pour modifier son champ de vision.
- c) A une représentation spatiale directe est associée une et une seule configuration, la réciproque étant fausse.
- d) La dimension temporelle est envisagée ici sous forme discrète, c'est-à-dire que si l'observateur tourne la tête, avance ou recule d'un ou plusieurs pas, se retourne, s'assied, etc., une nouvelle représentation spatiale est créée.

On note :

Pour  $i = 1, \dots, n$  ;

Soit  $R_i$ , une représentation spatiale directe perçue par un observateur  $O_i$  à partir d'une configuration  $C_i$  donnée, alors :

- $O_i$  correspond à l'observateur, qui symbolise aussi le point d'intersection des axes  $(x, y, z)$ , nommés respectivement vertical, de profondeur et horizontal ;
- $M_1, \dots, M_i, \dots, M_n$  sont des objets perçus dans la configuration, nous précisons à cet effet, que seuls les objets perçus existent dans la configuration propre à cet observateur ;
- $R_i$ , comprend  $n$  objets  $M$  répartis dans  $C_i$  ;
- $PR (M_i / O_i)$  correspond à la position relative de l'objet  $M_i$  par rapport à  $O_i$  ;
- $PR (M_i / M_n)$  correspond à la position relative de l'objet  $M_i$  par rapport à l'objet  $M_{i+1}$ .

$$R_i = PR (M_i / O_i) \text{ et } PR (M_i / M_{i+1})$$

Pour  $n$  objets occupant  $C_i$ , la position relative de l'objet  $M_i$  ( $ax, by, cz$ ) est déterminée par la position initiale de l'observateur ( $O$  = origine des axes), et par l'interprétation des coordonnées de  $M_i$ .

$O_i$  obtient un angle de vision dont il est le sommet. Nous avons en effet expliqué [cf. Chapitre 5] que l'observateur se trouve toujours face à la configuration qu'il observe, mais que le champ de perception ne se limite pas à son champ de vision. En effet, tout observateur humain sait situer un objet se trouvant derrière lui. Il fait pour cela appel à sa mémoire, à d'autres capacités sensorielles, comme l'ouïe, par exemple, ou encore à la déduction.

Parallèlement, un objet non perçu ou déduit n'existe pas pour cet observateur ; c'est la raison pour laquelle une représentation spatiale peut varier d'un observateur à l'autre. Les connaissances d'ordre culturel, scientifique, etc. peuvent aussi conduire à déduire l'existence d'objets, dont la forme, ou simplement la présence d'autres objets laisse à penser qu'ils sont présents.

En fait, tout observateur élaborant une représentation spatiale dispose de règles, de connaissances, qui sont supposées acquises dès l'enfance, lors de l'apprentissage de la parole et de la conscience de la spatialité.

## 6.2. La représentation spatiale indirecte

Nous entendons par représentation « *spatiale indirecte* » la « *re-construction* » au moyen de l'imagination d'une configuration spatiale à partir d'indices linguistiques fournis par un texte, un énoncé verbal dans une situation de communication, ou encore dans un exercice de mémorisation.

C'est la méthode la plus fréquemment utilisée parce qu'elle correspond aux situations de communication. Des indices visuels, qui peuvent être gestuels ou graphiques, peuvent venir compléter les indices linguistiques. C'est le cas par exemple, d'une conversation explicative, accompagnée de gestes, ou de la lecture d'une notice, accompagnées de schémas. Nous ne traitons pas ici de l'interférence d'autres indices impliquant une dimension perceptuelle plus large, tels que par exemple la gestuelle, le toucher.

### 6.2.1. Les mécanismes en jeu

La représentation spatiale indirecte fait appel à divers mécanismes dont le plus important est la mémoire, et une certaine capacité d'abstraction.

En effet, à la lecture d'un texte, la construction d'une configuration demande la mémorisation du contexte, c'est-à-dire de la configuration dans laquelle évoluent les éléments dont il est question.

La représentation spatiale indirecte implique de replacer mentalement les éléments les uns par rapport aux autres, en fonction des indications données par les indices linguistiques, et d'un bon nombre de connaissances liées à l'expérience spatiale, telles que par exemple la morphologie, les capacités de contenance, sans oublier la fonction des objets. En tant qu'observateur d'une représentation indirecte, nous effectuons ces opérations sans y penser, dans toute situation interactive, à chaque fois que nous lisons, ou que nous participons à une conversation.

Nous avons vu précédemment que toute représentation spatiale directe relève d'une interprétation de la part de l'observateur, puisque la perception d'une configuration est dépendante de l'angle de son champ de vision.

Dans le cas de la représentation spatiale indirecte, il s'agit là encore d'une création interprétative, puisque le champ de vision est « *re-construit* » en fonction des éléments qui sont fournis par la lecture ou l'énonciation vocale.

Cette reconstruction, du fait de la subjectivité de la part du créateur de l'interprétation, fait appel au vécu de l'intéressé, par l'intermédiaire des connaissances qu'il est supposé partager avec son interlocuteur.

### 6.2.2. La puissance du langage naturel

Le langage comme véhicule de l'information est un moyen de transmettre des données spatiales. Le langage offre au lecteur ou à l'auditeur la possibilité de créer une représentation spatiale à partir d'une configuration transmise, tout en prenant de la distance par rapport à celle-ci. Le langage constitue pour l'individu un moyen efficace d'extérioriser ses connaissances spatiales, c'est un puissant moyen d'abstraction.

Le langage impose par ailleurs une contrainte de linéarisation lors de la description d'une configuration multidimensionnelle. Un choix doit être réalisé, et de ce choix dépend une interprétation qui ne peut être parfaitement identique d'un individu à l'autre. On voit que le point initial de la description détermine une ambiance, une sorte de contexte « *interprétationnel* » qui influe forcément sur la représentation qui en découle. Si l'on choisit de situer tel objet avant de situer tel autre, on le met en évidence, et par là même, on crée un contexte d'interprétation.

Il semble que les structures linguistiques soient mieux adaptées à la transmission de certains aspects de l'information spatiale que d'autres, et en particulier pour ce qui concerne les aspects topologiques. Le langage possède la capacité d'exprimer le flou, l'imprécision qui ne nuit aucunement à la compréhension, mais qui fixe de manière durable une information localisatrice.

Par exemple : *Regarde par là, non, un peu plus à droite.*

Les individus ont également tendance à élaborer des zones plus « *conceptuelles* », lorsqu'ils sont amenés à considérer des espaces insaisissables à l'échelle humaine, comme un océan, un système planétaire, ou l'univers, par exemple. La conceptualisation de ces configurations amène des représentations spatiales indirectes d'ordre beaucoup plus abstrait, mais plus saisissable en terme de manipulation. Ainsi,

nous pouvons nous représenter mentalement une galaxie, un système solaire, sans pour autant le percevoir dans notre champ de vision. Le langage, à cet effet, demeure un puissant outil d'abstraction, il permet à un individu de décrire une configuration qu'il imagine, ou qu'il a mémorisée.

### **6.2.3. Caractéristiques de la représentation spatiale indirecte**

La construction d'une représentation spatiale indirecte est une activité sensiblement différente de la construction d'une représentation spatiale directe, puisque, au lieu de construire une représentation directement à partir de la perception sensorielle, le récepteur « *re-construit* » une représentation à partir d'indices linguistiques, fournis par un locuteur ou par un texte. La représentation spatiale indirecte doit être vraisemblable, et correspondre à une configuration connue, c'est-à-dire identifiable par le récepteur comme étant une configuration acceptable. Elle doit à ce titre obéir à certaines règles de bon sens. Les informations de type culturelle doivent à ce stade correspondre à celles du récepteur.

Nous avons défini qu'une description s'effectue toujours par rapport à la position réelle ou virtuelle de l'individu qui décrit une configuration. La description fait naturellement intervenir un observateur, qui décrit une configuration par rapport à sa propre position, et détermine la position des objets les uns par rapport aux autres, disposés toujours autour de lui.

En d'autres termes, la description d'une configuration, à un instant donné, implique donc deux paramètres : d'une part la localisation du point symbolisant l'individu produisant un énoncé descriptif, et d'autre part la localisation des objets qu'il décrit par rapport à lui-même.

Si l'espace considéré dépasse son champ de vision, il reconstruit un espace limité, avec des éléments ayant une présence probable ou certaine pourvu qu'il soit fermé et connu. Ainsi, le périmètre d'une configuration est toujours arbitrairement délimité par des frontières posées par le locuteur.

L'interprétation de l'interlocuteur, récepteur de l'information, utilise des règles de localisation qui l'aide à re-construire une configuration qu'il considère comme correspondant à la réalité. La production langagière est sensiblement différente de la perception visuelle humaine. Elle infère un facteur, que nous nommons (*e*) qui exprime

l'implicite produit par le locuteur, ou le scripteur. Cet implicite est ensuite reconstruit par le récepteur, lequel se positionne finalement en tant qu'observateur. Nous rappelons que l'observateur se positionne en tant qu'origine des axes horizontal, vertical et de profondeur.

En terme de localisation, on obtient :

Pour  $i = 1, \dots, n$  ;

Soit  $R_i$ , une représentation spatiale indirecte reconstruite par un observateur  $O_i$  à partir d'une configuration  $C_i$  transcrite ou énoncée, alors :

- $O_i$  correspond à l'observateur, qui symbolise aussi le point d'intersection des axes  $(x, y, z)$ , nommés respectivement vertical, de profondeur et horizontal ;
- $M_1, \dots, M_i, \dots, M_n$  sont des objets présents dans la configuration ;
- $R_i$ , comprend  $n$  objets  $M$  répartis dans  $C_i$  ;
- $PR (M_i / O_i)$  correspond à la position relative de l'objet  $M_i$  par rapport à  $O_i$  ;
- $PR (M_i / M_{i+1})$  correspond à la position relative de l'objet  $M_i$  par rapport à l'objet  $M_{i+1}$ .
- $e$  est le facteur implicite supposé connu des deux interlocuteurs dans tout échange communicatif ;

$$R_i = PR (M_i / O_i) + PR (M_i / M_{i+1}) + e$$

#### 6.2.4. De l'implicite au contexte

Le facteur implicite ( $e$ ) est une condition *sine qua non* de toute activité de création d'une représentation spatiale indirecte. Le coefficient ( $e$ ) permet d'ancrer le contexte dans la réalité commune des deux interlocuteurs. Le contexte correspond, d'un point de vue purement pragmatique, au règles de bon sens, aux connaissances culturelles, à un certain niveau de connaissances.

Soient deux interlocuteur, respectivement *Individu 1* et *Individu 2*. Individu 1 dispose d'une représentation spatiale, qu'il livre à Individu 2. Si  $(e)$  est inconnu de Individu 2, alors la représentation spatiale indirecte qu'il élabore est différente de celle que possède Individu 1.

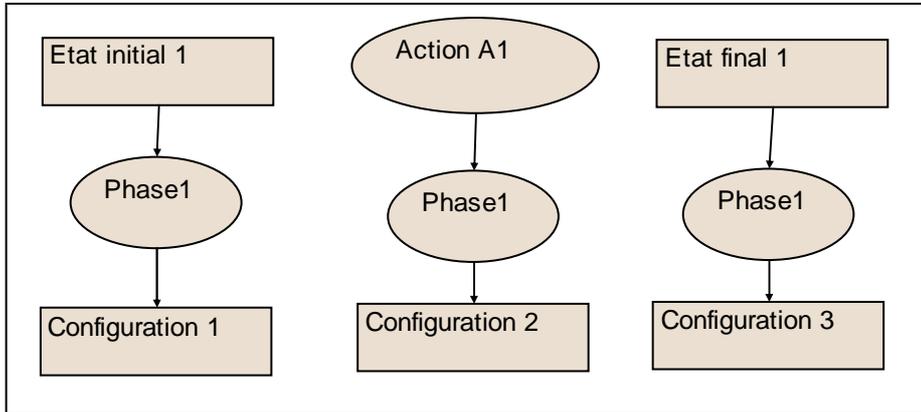
Individu 1 peut en effet avoir négligé certains détails, ou encore réalisé une erreur d'interprétation dans l'orientation ou la position des objets. Individu 2, quant à lui, peut ne pas reconnaître tous les objets de la configuration, en oublier certains, ou encore déduire la présence d'autres objets, en fonction de ses propres caractéristiques cognitives, telles que par exemple son expérience, ses capacités d'observation, ou encore sa capacité d'observation, en terme de prédisposition.

On peut dire que  $(e)$  est commun aux deux interlocuteurs lorsque Individu 1 fait référence à un environnement communément bien connu des deux interlocuteurs. Dans ce cas particulier,  $(e)$  participe des mêmes expériences pour les deux interlocuteurs. On peut alors résumer à  $(e)$  tous les éléments qui contribuent à élaborer une représentation spatiale indirecte identique.

### 6.3. Notions d'actions élémentaires / actions complexes

Nous avons défini, [cf. chapitre 5] que toute action de déplacement se décomposait en trois phases distinctes :

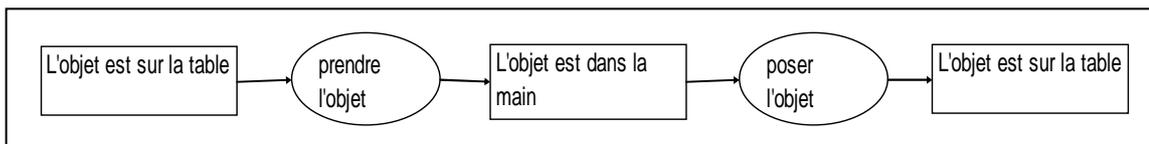
*Schéma 33*



Reprenons notre exemple de la commande :

*Mettre l' objet2 à gauche de l'objet 1*

Le schéma 34 met en évidence que l'action de déplacement *mettre Objet 2 à gauche de Objet 1* inclut deux autres actions : *prendre l'objet*, et *poser l'objet*.



Plus précisément, les actions de manipulation « *prendre l'objet* » et « *poser l'objet* » sont des opérations élémentaires subordonnées à l'action « *mettre l'objet 2 à gauche de l'objet 1* ».

Il résulte de cette observation qu'il existe dans ce modèle un certain nombre d'actions dites élémentaires, et d'actions mettant en œuvre ces actions élémentaires : les actions complexes. Les actions complexes mettent en jeu un nombre illimité d'actions élémentaires, celles-ci dépendant strictement du facteur (*e*), élément indispensable à l'opération d'interprétation.

Ce phénomène dissociatif opérant sur les actions complexes est fortement lié au niveau d'implicite également à disposition des locuteurs, le facteur ( $e$ ) mettant en jeu des connaissances communes aux situations englobant des actions dites complexes. Ces connaissances communes influencent la connaissance du contexte d'interprétation, elles vont donc déterminer le degré de convergence du facteur ( $e$ ) entre les interlocuteurs.

Ainsi, plus la valeur de ( $e$ ) sera élevée, plus les interlocuteurs ont la possibilité de reconstruire de manière correcte les actions implicites contenues dans les actions complexes propres à un domaine donné. Autrement dit, la corrélation entre le degré de connaissances communes et la capacité à reconstruire l'implicite d'une action est très élevée.

Notons que la parfaite connaissance du fonctionnement d'une spécialité n'entraîne pas de difficulté majeure dans la reconstruction des parties implicites du discours, dans la mesure où un état donné est toujours subordonné à un enchaînement d'actions, lui-même déterminé par la spécification du domaine exploré.

## **CONCLUSION DU CHAPITRE 6**

La modélisation d'actions visant au déplacement d'objets aboutit à un véritable outil informatique en matière de construction de représentation spatiale dynamique.

La représentation spatiale indirecte, en raison de sa spécificité, intègre un mécanisme permettant une abstraction des données. La localisation d'un objet, à ce stade, est soumise à une interprétation de l'environnement de la part de celui qui reçoit l'information. Or, en symbolisant la part de subjectivité par un coefficient ( $e$ ), le concept de représentation spatiale, outre sa formalisation, peut être manipulé dans le cadre d'un système informatique.

En établissant un répertoire des configurations possibles lors d'une simulation informatique, on peut travailler sur la façon dont ces situations sont mises en relation, en s'appuyant sur les indices linguistiques.

## **CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE**

Le formalisme des représentations spatiales est une étape préalable aux applications informatiques se réclamant d'une gestion dynamique des représentations qu'il génère. Nous avons souligné l'incidence du contexte d'interprétation – symbolisé par (e) – dans toute situation de communication, qu'elle soit de type énonciatif (conversationnel), ou de type scriptural (lecture). La contextualité inhérente au processus représentationnel est indissociable de tout formalisme computo-représentationnel.

C'est un processus, non un objet statique isolé, qui est traité dans cette partie. En effet, en étudiant des mécanismes anthropologiques, nous apportons à notre modèle une dynamique de formalisation de l'action. Nous entendons par là qu'un modèle ne naît pas à partir de rien, il se construit autour de mécanismes existant à priori.

La technique n'est pas ici limitée au strict plan anthropologique, de par l'étude des mécanismes visuo-perceptifs, mais s'inscrit en réalité autour d'une problématique beaucoup plus vaste, celle de la genèse d'une représentation. L'accent est donc mis sur les situations d'interaction, par la génération spontanée d'une représentation dans un programme informatique.

## **Troisième partie**

# **Génération de représentations spatiales dynamiques**

**Chapitre 7 : Ingénierie linguistique**

**Chapitre 8 : Ingénierie informatique**

## **INTRODUCTION DE LA TROISIEME PARTIE**

Les différentes notions développées dans les parties précédentes sont abordées dans cette troisième partie au travers d'un exemple concret d'application. Cette application concerne un échange entre un utilisateur qui déplace un objet au moyen d'instructions en langage naturel, et le système qui génère une représentation spatiale dynamique, en décrivant précisément la nouvelle configuration produite à l'aide d'énoncés descriptifs.

Le travail de description et de formalisation permet d'envisager une modélisation passant par une application. Cette application constitue un exemple d'application du modèle et ne prétend pas représenter exhaustivement toutes les possibilités du modèle.

Le langage naturel comme outil de communication a la propriété de fixer la réalité d'une situation. Les principaux aspects du problème se situent dans la modélisation du monde, la représentation des actions, l'identification des connaissances et des opérations sur le domaine, et la validation du modèle par l'expérimentation. La représentation doit utiliser non seulement les concepts valides sur le monde, mais aussi les règles d'interprétation des contextes produits. Cette opération met en œuvre deux types de règles : celles qui vont vérifier la cohérence d'une requête, et celles qui vont vérifier son intégration dans le système. C'est-à-dire que l'on s'assure que l'énoncé proposé possède toutes les rubriques nécessaires, qu'il soit cohérent, qu'il ne viole pas de contraintes, et qu'une règle peut être déclenchée.

Enfin, il nous paraît utile de préciser que le domaine d'application de ce système n'est utilisé ici qu'à des fins illustratives, afin de mettre en lumière les différents problèmes que pose la compréhension de l'organisation d'un micro monde. Il ne s'agit pas d'élaborer un système de compréhension uniquement adapté au domaine, mais un système dont le domaine puisse être facilement substituable. Ce dernier fait constitue, il nous semble, une des conditions les plus importantes de ce travail de recherche.

Le *chapitre 7* est consacré à l'étude du champ lexical collaborant à la conceptualisation propre au domaine d'application, à l'organisation syntactico-sémantique des concepts, et à la réalisation d'une interface en langage naturel permettant à l'utilisateur d'agir sur le système, et au système de produire une représentation spatiale de la configuration en cours.

Le *chapitre 8* est dédié à la mise en œuvre de l'ingénierie informatique.

## **CHAPITRE 7 : INGENIERIE LINGUISTIQUE**

### **INTRODUCTION**

Après avoir posé les bases du modèle formel de génération de représentation spatiale, nous présentons une application informatique utilisant les principes développés dans la partie 2.

Dans ce chapitre, nous développons un module de dialogue utilisé comme interface entre le système et l'utilisateur. Le module de dialogue permet à un utilisateur de diriger un robot sur une surface, et à celui-ci de rendre compte de l'état du monde dans lequel il évolue. Le mode de communication instauré permet au système, sur demande de l'utilisateur, de produire un énoncé décrivant avec exactitude l'état du monde à un instant donné. On dit alors qu'il génère une représentation spatiale dynamique.

La représentation est élaborée à partir des points de référence que constituent - en fonction de la requête - l'utilisateur ou le robot. En d'autres termes, nous examinons le cas où l'utilisateur est utilisé comme point de référence, et dans cette perspective, les objets du monde sont situés en fonction de la surface constituée par l'écran, et de l'utilisateur ; et nous distinguons le cas où le robot doit localiser les objets du monde par rapport à lui-même. Le système doit donc différencier des points de référence de deux types – utilisateur ou robot – dans le cadre de la gestion des actions.

La gestion d'une situation de dialogue nécessite d'autre part de traiter des informations d'ordre lexicales, syntaxiques, sémantiques, contextuelles. Elle doit entre autre, prendre en charge la synonymie, l'anaphore, et les divers écarts pouvant subvenir dans le dialogue, comme par exemple, les demandes mal formulées.

## 7.1. La reconnaissance des entrées utilisateur

La contrainte majeure à laquelle est soumis le logiciel est la reconnaissance des signaux d'entrées. Cette exigence va déterminer le bon fonctionnement du système, puisqu'elle établit le type d'action à effectuer.

Dans le cadre de l'application développée, c'est le langage naturel qui est utilisé comme interface. Deux types d'entrées sont alors possibles pour l'utilisateur : les ordres portant sur un déplacement ou sur une manipulation d'objet, et les questions concernant un état du monde. L'organisation et la structure du module de dialogue reposent sur l'établissement d'un lexique et d'un certain nombre de règles auxquelles seront soumises les structures reconnues par le système. Dans un premier temps, il convient d'élaborer un dictionnaire conceptuel propre au domaine d'application : une base de données lexicales, des règles syntactico-sémantiques, et la modélisation des connaissances sur le domaine.

### 7.1.1. Etablissement du lexique et des structures d'actions

Le lexique est ici abordé sous un angle conceptuel : considérons toutes les actions possibles et déterminons le vocabulaire exprimant ces actions.

Les actions concernent des manipulations sur des objets ou des déplacements d'objets et sont exprimées par des verbes. Dans le monde sur lequel porte l'application, sont définies deux catégories d'action : les manipulations, et les déplacements.

Par exemple :

<b>Verbes de manipulation</b>	<b>Verbes de déplacement</b>
attraper [objet]	aller [loc] [objet ]
prendre [objet]	avancer [objet]

Les actions de manipulation et les actions de déplacement requièrent un objet. Les objets du monde sont des briques de couleurs différentes, et un robot, que l'utilisateur peut déplacer à l'aide d'ordres. Notons que le système opère une distinction entre les objets, dont la couleur est un élément pertinent et distinctif.

Les objets sont définis dans la liste suivante :

### **Les objets**

---

La brique blanche

La brique bleue

La brique jaune

La brique rouge

La brique verte

La brique violette

---

Le robot constitue un intermédiaire qui obéit à l'utilisateur et exécute les actions qui lui sont demandées. Il se nomme Polo afin de faciliter la gestion du dialogue. Il peut être nommé ou non. Les déplacements concernent donc deux cibles, ainsi que l'illustrent les exemples suivants, :

Déplace la brique rouge vers la droite.

Cet énoncé vise le déplacement de la brique rouge par le robot, alors que dans l'énoncé suivant, seul le robot est concerné par l'ordre :

Avance vers la brique rouge.

Il convient donc de déterminer correctement la cible des ordres donnés par l'utilisateur. Deux structures différentes sont rencontrées :

Déplace la brique rouge sur la droite.

Cette structure est du type : [action] [objet], une action est exercée sur l'objet [la brique rouge].

Dans l'exemple suivant :

Déplace-toi sur la droite.

C'est le robot qui est sollicité afin d'exécuter un déplacement. L'absence d'objet dans la construction détermine donc une action qui n'implique pas un objet. Ainsi, par exemple les énoncés :

Avance vers la droite.

Déplace-toi sur la gauche.

notifient des ordres dans lesquels l'action ne s'exerce sur aucun objet.

Dans la requête suivante :

Prends la brique rouge et déplace **la** sur la gauche.

Le pronom anaphorique « *la* » représente l'objet [la brique rouge]. On retrouve bien la construction : [action][objet].

Les manipulations et les déplacements acceptent une construction du type :

Verbe [objet] [loc]

*Loc* est une abréviation utilisée pour représenter une préposition ou une locution, dont la liste figure en Annexe, et qui désigne une localisation ou une direction.

La liste des actions sur le domaine et leur construction figurent à la suite :

Les termes indiqués entre crochets sont des noms indiquant le type de variable susceptible d'être intégré à cette place particulière.

<b>Les actions</b>	<b>Exemple</b>
aller [loc] [objet]	aller à droite de la brique bleue
aller [loc]	aller sur la gauche
aller chercher [objet]	aller chercher la brique rouge
aller [loc] chercher [objet]	aller à droite chercher la brique rouge
accoler [objet] et [objet]	accoler la rouge et la verte
aligner [objet] sur [objet]	aligner la rouge sur la verte
apporter [objet] [loc] [objet]	apporter la brique rouge vers la verte
atteindre [objet]	atteindre la brique rouge
attraper [objet]	attraper la brique rouge
avancer [objet]	avancer la brique rouge vers la droite
avancer [loc]	avancer sur la gauche
bouger [objet] [loc]	bouger la brique rouge vers la droite
coller [objet]	coller la brique rouge avec la brique verte
contourner [objet]	contourner la brique rouge
dépasser [objet] [loc]	dépasser la brique rouge par la droite
dépiler [objet]	dépiler la rouge
déposer [objet] [loc]	déposer la brique rouge à gauche
déposer [objet] [loc] [objet]	déposer la brique rouge à côté de la bleue
empiler [objet] [loc] [objet]	empiler la brique rouge sur la verte
installer [objet] [loc] [objet]	installer la brique rouge à gauche de la verte
inverser [objet] et [objet]	inverser la brique rouge et la brique verte
mettre [objet] [loc] [objet]	mettre la brique rouge à droite de la verte
passer [loc] [objet]	passer à droite de la bleue
pivoter [loc]	pivoter à gauche
placer [objet] [loc] [objet]	placer la brique rouge à droite de la verte

<b>Les actions</b>	<b>Exemple</b>	<b>(suite)</b>
porter [objet] [loc]	porter la brique rouge vers la droite	
porter [objet] [loc] [objet]	porter la brique rouge vers la verte	
poser [objet] [loc] [objet]	poser la brique rouge sur la verte	
pousser [objet] [loc]	pousser la brique rouge sur la droite	
pousser [objet] [loc] [objet]	pousser la brique rouge vers la bleue	
prendre [objet]	prendre la brique rouge	
prendre [objet] [loc] [objet]	prendre la brique rouge à droite de la verte	
progresser [loc]	progresser sur la droite	
ramasser [objet]	ramasser la brique rouge	
rapporter [objet]	rapporter la brique rouge	
reculer [loc]	reculer vers la gauche	
remettre [objet] [loc] [objet]	remettre la brique rouge sur la bleue	
remplacer [objet] par [objet]	remplacer la rouge par la verte	
replacer [objet] [loc] [objet]	replacer la brique rouge sur la bleue	
retourner [loc]	retourner à droite	
retourner [loc] [objet]	retourner à droite de la verte	
réunir [objet] et [objet]	réunir la brique rouge et la brique verte	
saisir [objet]	saisir la brique rouge	
saisir [objet] [loc] [objet]	saisir la brique rouge à droite de la bleue	
se diriger [loc]	se diriger vers la droite	
se diriger [loc] [objet]	se diriger à gauche de la rouge	
se trouver [loc]	se trouver sur la gauche	
se trouver [loc] [objet]	se trouver sur la gauche de la brique rouge	
sortir [objet]	sortir la brique rouge	
soulever [objet]	soulever la brique rouge	

superposer [objet] et [objet]

superposer la rouge et la bleue

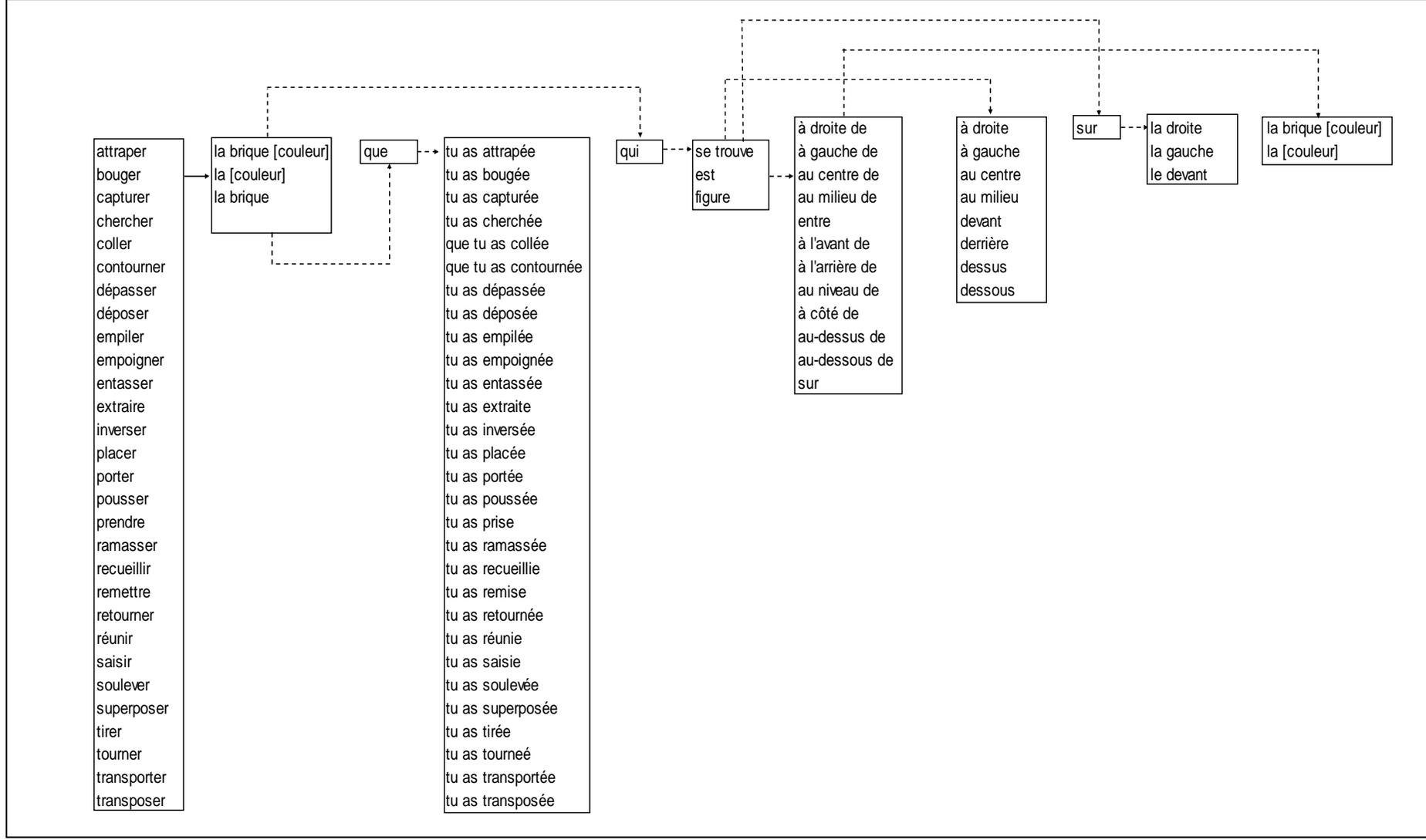
---

Nous pouvons observer que certaines constructions figurent en plusieurs exemplaires, ainsi, « *aller* », par exemple, accepte au moins trois constructions sur le domaine étudié :

Notons que ce sont les prépositions qui induisent un déplacement, ou qui donnent une notion de déplacement aux verbes qui n'expriment pas forcément un déplacement.

Le schéma suivant décrit avec exactitude une partie des possibilités de construction pour un ordre de manipulation ou de déplacement.

Schéma 36



### 7.1.2. Le traitement de la requête

Nous avons déterminé au début de ce chapitre que le robot avait pour tâche de communiquer la disposition des différentes briques, c'est-à-dire de donner la représentation spatiale des éléments en cours.

Il convient dans un premier temps de reconnaître la question ayant trait à une demande de génération de représentation spatiale, et de déterminer, s'il y a lieu, les syntagmes interrogatifs propres au référentiel. La présence du syntagme interrogatif va déterminer une construction particulière de la requête, il s'agit alors de définir la nature de l'information demandée. Sachant que la requête doit nécessairement porter sur une configuration, il y a lieu de restreindre le champ interrogatif à une thématique unique : « où ».

#### 7.1.2.1. Les interrogatives directes

Les phrases interrogatives directes se caractérisent par l'emploi de syntagmes interrogatifs, d'un ordre particulier des unités linguistiques, et se terminent par un point d'interrogation, lorsque l'énoncé est scripturalement correct.

Au vu du domaine sur lequel s'applique le système, les constructions particulières sont requises. Les syntagmes nominaux et verbaux entre crochets sont des concepts du domaine, et sont substituables les uns avec les autres dans leur catégorie.

##### Emploi de l'adjectif interrogatif : « quel »

Quelle [nouvelle configuration] ?

Quelle [configuration] a été [produite] ?

Quelle est [la configuration] ?

Quelle est [la position] de [la rouge] ?

##### Emploi de l'adverbe interrogatif : « où »

Où [se trouvent] [les briques] ?

Emploi de l’adverbe interrogatif : « comment »

Comment [sont disposées] [les briques] ?

Dans ce type d’interrogative partielle, les syntagmes interrogatifs représentent les éléments que l’on veut connaître, le reste de la phrase étant considéré comme une contrainte qui délimite le champ sur lequel porte la question. Les syntagmes interrogatifs constituent en quelque sorte le repère menant à la détermination du thème de l’interrogation.

**7.1.2.2. Les interrogatives indirectes**

La forme interrogative indirecte entraîne la suppression du point d’interrogation. Il convient dans ce cas de trouver l’objet de la question. On élabore donc une liste de verbes permettant de poser l’interrogation, tels que « dire », « donner », ayant un rôle dans l’échange communicatif, afin de faciliter la prise en charge de la communication.

Par exemple :

Donne-moi [la nouvelle configuration].

Dis-moi [quelle est la nouvelle configuration]

Nous listons à la suite les différents verbes « de communication » :

<b>Les verbes de communication</b>	<b>Exemple</b>
dire	dis-moi, me dire[où se trouve...]
donner	donne-moi, me donner [la localisation...]
décrire	décris-moi, me décrire [la configuration...]
expliquer	explique moi [...]
exposer	expose-moi, m’exposer [la configuration...]
indiquer	indique-moi, indiquer [la configuration]

présenter

présente-moi, me présenter[la situation]

---

Ces requêtes sont équivalentes à la forme interrogative générique :

Quelle est la nouvelle configuration ?

De même, des questions portant sur les possibilités de déplacement sont possibles, grâce à l'intégration d'heuristiques de contrôle :

Peux-tu aller à droite ?

Il y a dans ce cas un calcul, c'est-à-dire une simulation du déplacement, qui permet, à partir de la construction d'une représentation spatiale, de déterminer si oui ou non le déplacement est possible.

### 7.1.3. Le temps des verbes

Les ordres sont donnés via un énoncé. La forme impérative est naturellement requise, cependant, la forme infinitive et la forme déclarative sont aussi couramment employées. Ainsi, l'infinitif, le présent, l'impératif sont sollicités dans le cadre de requêtes portant sur une action, le passé composé est requis lors de la gestion de l'historique des configurations, ou d'un enchaînement d'actions.

Par exemple :

**Prends** la brique que **tu as apportée** et **mets** la à droite de la rouge.

L'emploi du passé composé sous-entend la prise en compte d'un historique des actions, et par là même des configurations. L'impératif est ici naturellement employé. Le présent de l'indicatif et la forme infinitive sont aussi couramment acceptés, dans le cadre de requêtes portant sur une action.

Par exemple :

**Tu prends** la brique rouge et **tu la poses** à droite de la verte.

**Prendre** la brique rouge et la **mettre** à droite de la verte.

Pour ce qui concerne les questions portant sur la restitution d'une représentation spatiale, le présent ou la forme infinitive sont requis.

Par exemple :

**Quelle est** la nouvelle configuration ?

Me **donner** la nouvelle configuration.

Nous présentons à la suite une liste des constructions verbales utilisées :

<b>Verbe manipulation</b>	<b>Forme</b>
Attraper	tu attrapes
	tu as attrapé
	attrape
coller	tu colles
	tu as collé
	colle
déposer	tu déposes
	tu as déposé
	dépose
empiler	tu empiles
	tu as empilé
	empile
entasser	tu entasses
	tu as entassé
	entasse
installer	tu installes
	tu as installé
	installe
inverser	tu inverses
	tu as inversé
	inverse

mettre	tu mets tu as mis mets
pivoter	tu pivotes tu as pivoté pivote
placer	tu places tu as placé place

<b>Verbe manipulation</b>	<b>Forme</b>
prendre	tu prends tu as pris prends
ramasser	tu ramasses tu as ramassé ramasse
remettre	tu remets tu as remis remets
replace	tu remplaces tu as remplacé replace
réunir	tu réunis tu as réunis réunis
saisir	tu saisis tu as saisi saisis
soulever	tu soulèves tu as soulevé soulève

superposer	tu superposes tu as superposé superpose
tourner	tu tournes tu as tourné tourne
transposer	tu transposes tu as transposé transpose

---

<b>Verbe déplacement</b>	<b>Forme</b>
aller	tu vas tu es allé va
aller chercher	tu vas chercher tu es allé cherché va chercher
aller prendre	tu vas prendre tu es allé prendre va prendre
atteindre	tu atteins tu as atteint atteins
avancer	tu avances tu as avancé avance
bouger	tu bouges tu as bougé bouge
contourner	tu contournes tu as contourné contourne

dépasser	tu dépasses tu as dépassé dépasse
passer	tu passes tu es passé passe
porter	tu portes tu as porté porte

**Verbe déplacement**

**Forme**

---

pousser	tu pousses tu as poussé pousse
progresser	tu progresses tu as progressé progresses
reculer	tu recules tu as reculé recule
remettre	tu remets tu as remis remets
replacer	tu replaces tu as remplacé remplace
retourner	tu retournes tu es retourné retourne
se diriger	tu te diriges tu t'es dirigé diriges toi
sortir	tu sors tu es sorti

	sort
tourner	tu tournes
	tu as tourné
	tourne
transporter	tu transportes
	tu as transporté
	transporte

Verbes de communication	Forme
décrire	écris-moi
	me décrire
dire	dis-moi
	me dire
donner	donne-moi
	me donner
établir	établiss-moi
	m'établir
exposer	expose-moi
	m'exposer
présenter	présente-moi
	me présenter
produire	produis-moi
	me produire

#### 7.1.4. Le traitement de l'anaphore

Dans les exemples de requêtes, nous avons vu que le système est capable de traiter certains types d'anaphores :

Prends la brique **que** tu as apportée et mets **la** à droite de la rouge.

Le système reconnaît dans les pronoms « *que* » et « *la* » la brique sur laquelle une action a été exercée immédiatement auparavant. Dans le traitement de ce type de requête, l'information primordiale concerne l'identité de la brique concernée. Or, le pronom relatif « *que* » se rapporte directement à l'objet qui le précède, l'identification est donc relativement facile à établir. Maintenant, il s'agit de déterminer de quelle brique exactement il est question, et cela revient à établir quel a été le dernier objet sur lequel une action a été établie.

Par exemple :

**Prends la brique verte** et mets-la à gauche de la brique rouge.

Prends **la brique que tu as déplacée** et mets la sur la rouge.

La gestion de l'historique, et donc du contexte immédiat, est ici déterminante. De même que dans le langage naturel, la reprise implicite d'un fait ne peut être que celui qui est immédiatement précédent, et s'il ne l'est pas, il est nécessaire de donner des indications permettant de l'identifier.

Par exemple :

Prends **celle que tu as mise sur la rouge**.

Dans le cas du système représenté dans ce travail, seul l'objet sur lequel a été exécuté la dernière action peut être rappelé sous forme d'une anaphore. Les anaphores traitées sont les suivantes :

Cas 1 :

[action][objet]que [[action][objet]et ...
---

Prends la rouge que tu as posée et ...

Cas 2 :

Cas 2 : [action] <b>la</b> [loc]...
-------------------------------------

Déplace la vers la droite ...

Cas 3 :

[action] **celle que** [action] et ...

Prends celle que tu as déplacée et ...

## 7.2. Les sorties

Une fois l'entrée identifiée, il faut que le système réagisse correctement aux signaux, et effectue l'action demandée, ou produise une réponse correcte, c'est-à-dire répondant exactement à la question posée. Nous étudions le comportement du système et nous nous intéressons, d'un point de vue linguistique, uniquement à la réponse en langage naturel que le système doit produire.

Ici, le champ de la question est clairement délimité, puisqu'il porte uniquement sur la production d'une représentation spatiale. Il reste donc un paramètre à déterminer : la question porte-t-elle sur la disposition d'un seul élément, ou sur la totalité ?

Dans le premier cas, il s'agit d'isoler l'élément à localiser, et dans le deuxième cas, de produire un énoncé localisant tous les éléments de la configuration.

### Par exemple :

Donne moi la position de la brique rouge.

Dans cet exemple, la question porte sur un seul élément, et le système doit produire un énoncé décrivant la position de l'objet brique rouge par rapport aux points de références que constituent les autres objets.

Décris-moi la nouvelle configuration.

Ici, le système doit exposer la position de chacun des objets présents dans la surface, en fonction de tous les objets présents dans la surface.

### 7.2.1. Le point de référence

L'examen du point de référence relève de deux faits : d'une part l'analyse de l'action à effectuer, et d'autre part la production d'une représentation spatiale dynamique.

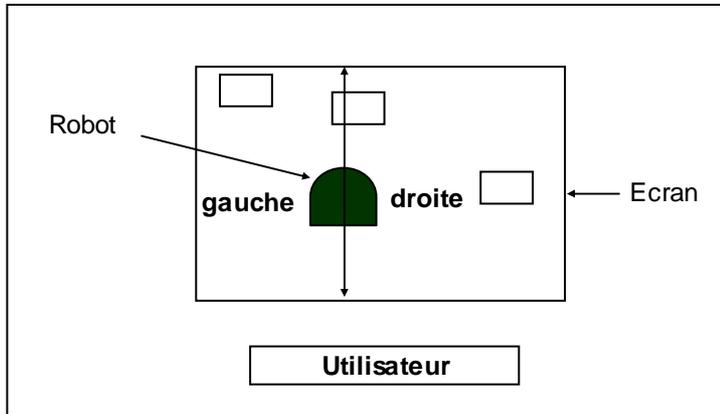
#### 7.2.1.1. Les requêtes concernant des actions

Lorsque qu'un utilisateur demande au robot de déplacer un objet, il peut employer deux types de référents :

Par exemple :

Va vers la brique qui est sur **ta** droite.

Schéma 34

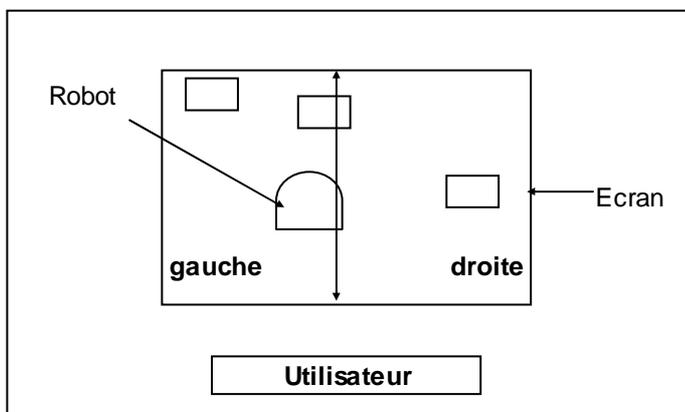


Cet énoncé fait appel à une configuration qui doit être située par rapport au point de référence mobile que constitue le robot, et doit être distingué de l'énoncé suivant :

Va vers la brique qui se trouve **à droite**.

Cet énoncé fait référence à un point de référence symbolisé par l'utilisateur du système, en tant que spectateur devant son écran.

Schéma 35



Il s'agit donc de déterminer linguistiquement le point de référence sollicité. Ainsi, dans le cas où l'utilisateur est pris comme point de référence, il utilise un déterminant de type article défini pour définir la localisation. Sur le domaine, on peut énoncer que tout emploi d'une locution de type :

[préposition][article][nom] : sur la droite

[préposition][nom] : à droite

détermine l'utilisateur comme point de référence. Alors que l'emploi de l'adjectif possessif permet de déterminer le robot comme point de référence.

[préposition][adjectif possessif][nom] : sur ta droite

#### **7.2.1.2. La production de la réponse par le système**

Lors de la génération d'une représentation spatiale, le système formule avec précision les informations relatives à la disposition de tous les objets présents dans la configuration. Cette description peut intervenir à n'importe quel moment, qu'une action ait été effectuée ou non.

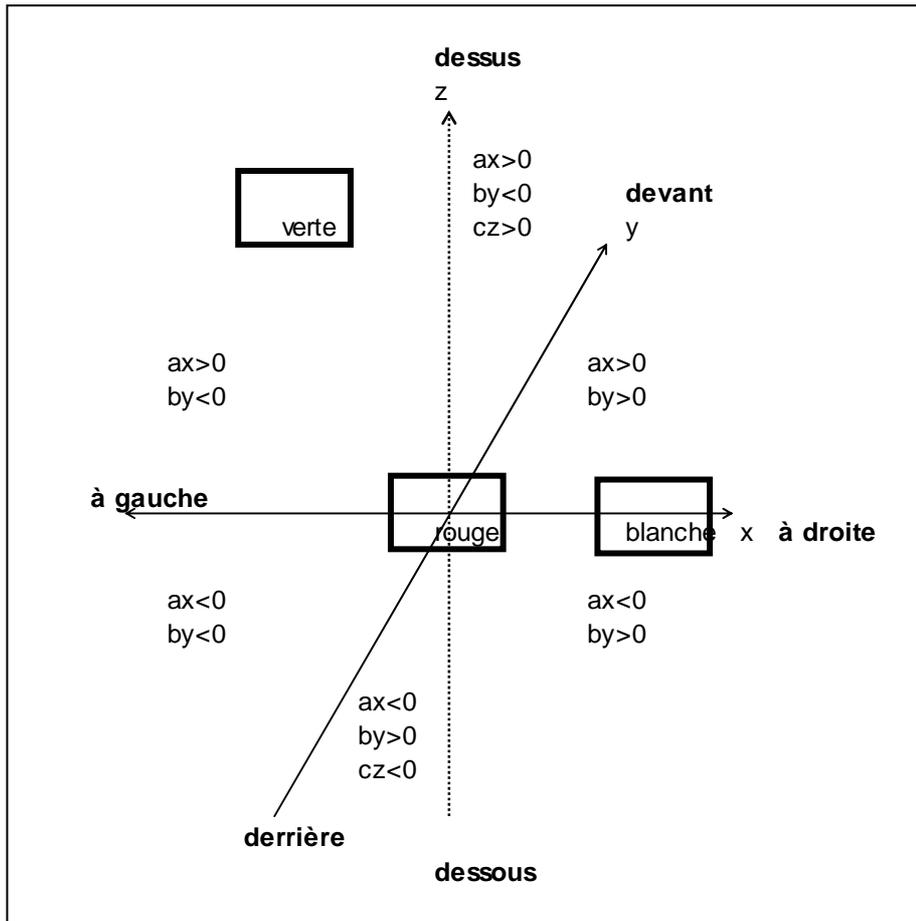
Le message est délivré selon la structure suivante :

[objet][se trouve][loc][objet]

pour chacun des objets présents dans la configuration.

Le système va explorer ses connaissances afin d'appliquer les règles qui permettent de localiser chaque objet. Chaque objet devient à son tour un point de référence et le point central de lignes imaginaires, il est alors possible de localiser tout autre objet par rapport à lui-même en utilisant les règles de localisation définies dans le chapitre 4.

Schéma 36



L'objet pris comme point de référence est défini comme l'origine des axes virtuels matérialisant les positions initiales. Par exemple, dans le schéma 37, les briques blanche et verte sont localisées par rapport au point de référence que constitue la brique rouge.

Puis, les briques blanche et verte sont à leur tour utilisées respectivement comme points de référence.

Schéma 37

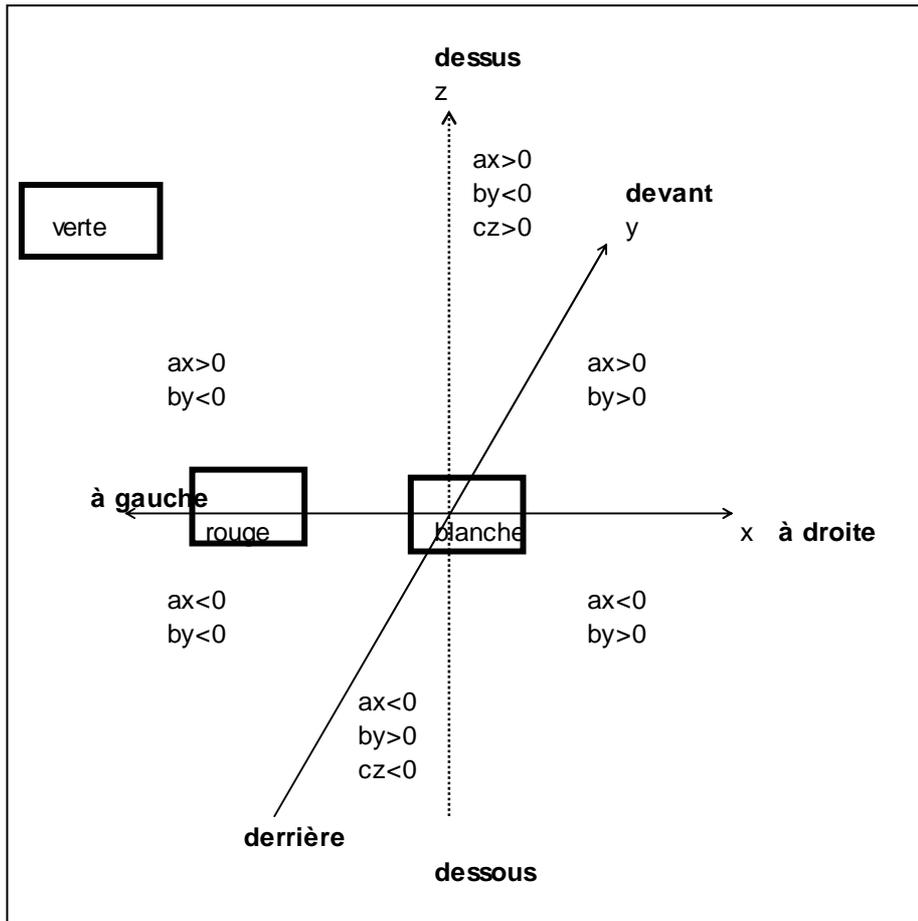
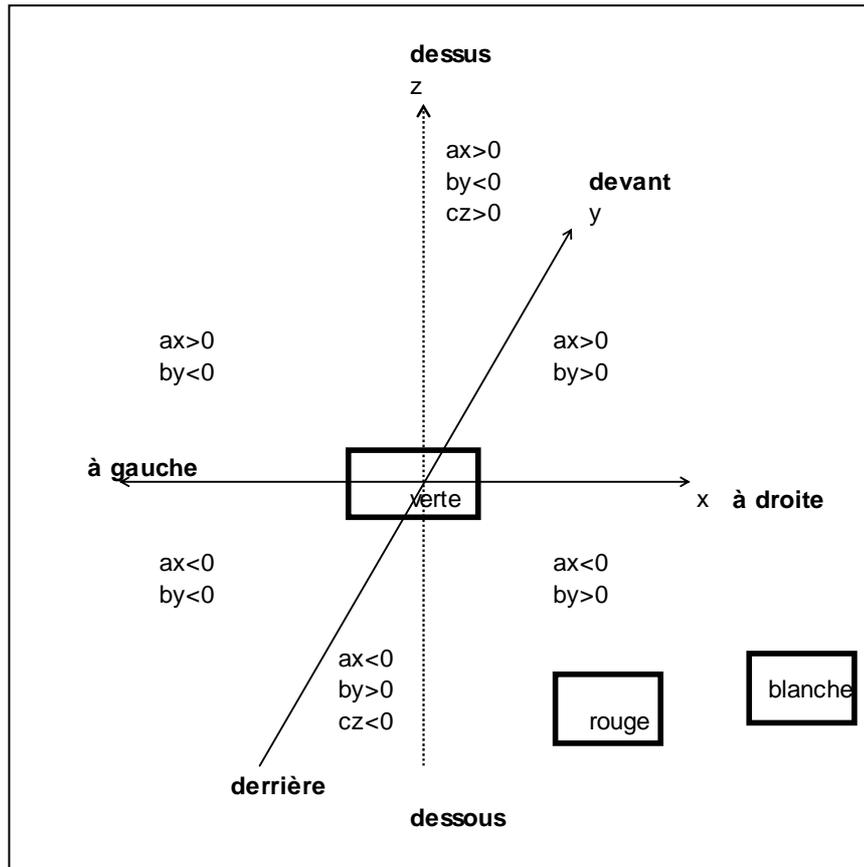


Schéma 38



A partir de cette configuration, on obtient la description suivante :

1. La brique blanche se trouve à droite de la brique rouge.
2. La brique verte se trouve devant, un peu à droite de la brique rouge.
3. La brique rouge se trouve à gauche de la brique blanche.
4. La brique verte se trouve devant, à gauche de la brique blanche.
5. La brique rouge se trouve derrière, à droite de la brique verte.
6. La brique blanche se trouve derrière, à droite de la brique verte.

D'un point de vue purement communicatif, on peut bien entendu envisager de donner des synonymes à « se trouver », comme « être » par exemple.

### 7.3. Le traitement des demandes mal formulées

Nous avons évoqué le fait que le système peut se trouver confronté à une requête utilisateur contenant une unité lexicale inconnue, ou encore une structure inattendue. Nous envisageons à cet effet plusieurs cas de figure et des réponses adaptées :

#### a) un mot est inconnu du système

La structure est reconnue, mais un mot n'est pas reconnu. Il s'agit alors de déterminer sa catégorie concept parmi les suivantes : les actions, les objets, les localisations. En fonction de la reconnaissance des autres catégories conceptuelles, le système détermine le concept sur lequel porte l'erreur.

#### Exemple 1 :

Donne moi la **configuration** actuelle.

Dans cette structure, c'est la catégorie objet qui est concernée. Le système propose alors à l'utilisateur les unités appartenant à la catégorie concept, soient :

Vous avez écrit « configuration », peut-être vouliez-vous écrire : configuration ou représentation, ou encore disposition ?

#### Exemple 2 :

**Turne** sur la droite.

Vous demandez au robot l'action suivante: « turne » sur la droite, voulez-vous préciser de quelle action il s'agit parmi les suivantes : tourne, avance, recule. Sinon, reformulez votre requête.

#### Exemple 3 :

Pose la **roge** à droite de la blanche.

Dans cet exemple, il s'agit de préciser l'objet sur lequel une action doit s'exercer.

Voulez-vous parler de la brique rouge, de la verte, de la blanche ou de la violette ?

**b) une structure est inconnue du système**

Que la rouge soit sur la verte !

Je ne comprends pas, pouvez-vous reformuler votre instruction ?

**c) Ni les concepts, ni la structure n'est reconnue du système**

Aurais-tu l'obligeance de répondre à mes questions ?

Dans ce cas, un message standard est envoyé :

Je n'ai pas compris votre instruction, voulez-vous la reformuler ?

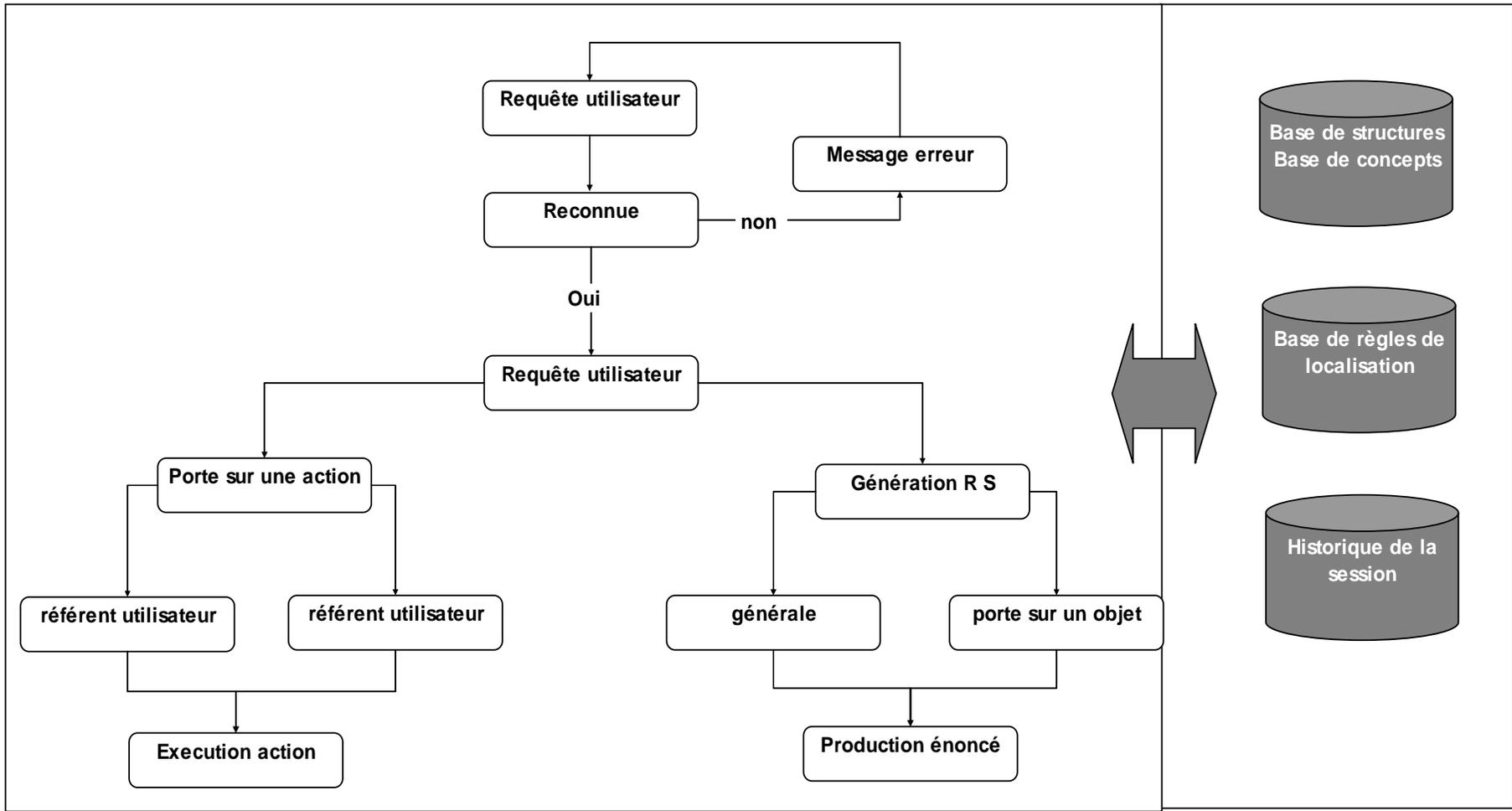
## 7.4. Le schéma de dialogue

L'interface de dialogue doit obligatoirement comporter au minimum :

- Un historique des actions et des configurations,
- Une banque de paraphrases pour délivrer les messages d'erreurs.
- La prise en compte de toutes les situations possibles.

Le schéma suivant illustre la mise en œuvre du module de dialogue.

Schéma 39 :



## CONCLUSION DU CHAPITRE 7

Ce chapitre présente la résolution linguistique du module de dialogue. On peut définir par « *dialogue* » les compétences suivantes : présenter un message adapté à l'erreur, et produire un énoncé descriptif produisant une interprétation de la configuration en fonction de la position générique de l'utilisateur.

Une représentation spatiale est activée à chaque fois que l'utilisateur demande de produire une localisation des objets présents dans l'espace que constitue le champ de l'écran. Même si l'agencement des objets ne change pas, ou qu'il se trouve semblable à l'un des précédents, le système calcule et interprète à chaque fois la disposition des objets présents dans la configuration.

## CHAPITRE 8 : INGENIERIE INFORMATIQUE

### INTRODUCTION

Toute application informatique, quelque soit le langage de programmation utilisé, constitue une démonstration probante des fonctionnalités du formalisme élaboré. Elle met en évidence les capacités du système à résoudre les problèmes spécifiques au monde de référence choisi, ou tout au moins à démontrer la pertinence du modèle à travers une forme de réalisation.

Le chapitre qui suit décrit la démarche informatique que nous avons adoptée. Nous présentons deux exemples démontrant la validité du modèle formel développé dans la Partie 2 [cf. Chapitre 4, Chapitre 5 et Chapitre 6]. Les représentations spatiales sont générées dynamiquement, c'est-à-dire créées à partir de la sollicitation de l'utilisateur, à un moment donné – premier exemple - ; à partir de textes en langage naturel - deuxième exemple -.

La première application consiste à générer graphiquement et langagièrement une représentation spatiale sur un micro-monde. La seconde application présente une manière particulière d'appliquer le formalisme sur des textes, et dans laquelle nous ne mettons pas l'accent sur le graphisme, mais sur la capacité du système à produire « *langagièrement* » une représentation spatiale, telle que nous l'avons définie dans le modèle [cf. Chapitre 7].

La démarche globale procède de la manière suivante : nous présentons le problème à résoudre, le choix qui est fait en matière de résolution, la démarche algorithmique qui en découle.

## **A. Un jeu de briques particulier**

### **8.1. Analyse du problème**

Le monde clos sur lequel s'exerce le prototype est représenté par un plan en trois dimensions sur lequel un utilisateur va opérer via un intermédiaire : un robot virtuel. Une configuration est donnée en début de partie, et des briques de différentes couleurs sont disposées aléatoirement sur le plan. Le robot est programmé pour effectuer deux types de tâches. La première est une activité « *physique* » : il se déplace, et manipule les objets choisis par l'utilisateur. La deuxième est une activité « *linguistique* » : il décrit la nouvelle configuration engendrée par une action : il s'agit d'une représentation spatiale établie en fonction des nouveaux paramètres constitués par la localisation des autres objets présents dans le monde.

On attend du système le résultat suivant : sur la demande d'un utilisateur, le robot effectue une action, qui peut être de trois types : le déplacement du robot, le déplacement et la manipulation d'un objet, la production d'un énoncé.

#### **8.1.1. Les déplacements du robot**

Les déplacements se réalisent sur tout le plan, le robot reconnaît les obstacles, les limites du monde, et les emplacements de tous les objets. Le robot dispose d'autre part de connaissances liées à la spatialité. Il est capable de localiser les objets par rapport à l'orientation induite par le point de référence que constitue l'utilisateur en fonction de l'orientation du plan ; il peut aussi déterminer la position relative complexe d'un objet, toujours en prenant l'utilisateur comme point de référence intermédiaire. Nous utilisons à cet effet l'étude élaborée dans le [Chapitre 4] et les développements présentés dans [Annexes A]. Le robot sait par ailleurs se localiser dans l'espace réalisé par le plan.

Le plan sur lequel évolue le robot possède trois dimensions, c'est-à-dire que le robot dispose des notions liées à la surface (axe horizontal et de profondeur), et à la hauteur (axe vertical). Le niveau 0 (plancher) est celui où est posé le robot. Le niveau 1 correspond à celui de sa hauteur, il possède donc un champ perceptif de vision analogue à celui d'un robot réel. Son orientation intrinsèque est « *de dos* »

pour l'utilisateur, c'est-à-dire que, par défaut, son orientation est analogue à celle de l'utilisateur.

Le robot est capable de « percevoir » le dessus et le dessous, du fait de la connaissance intrinsèque de sa hauteur (niveau 1 moins niveau 0). Son « sens » de l'orientation est déterminé par deux modes : d'une part, l'orientation donnée par le point de référence établi l'utilisateur, d'autre part par l'orientation inférée par le robot, en fonction de sa position sur le plan. Ainsi, par exemple, « la droite » peut être celle de l'utilisateur donnant un ordre, ou celle du robot lui-même, cette situation étant déterminée au moyen de l'interface en langage naturel.

Ces deux variantes sont possibles :

(1) Prends la brique rouge derrière toi.

(2) Prends la brique rouge à droite de la bleue.

Dans (1), c'est le robot qui symbolise le point d'origine des axes d'orientation, dans (2), c'est l'utilisateur.

Les compétences physiques du robot se définissent d'une part par sa mobilité : il se déplace dans une direction ou vers un objet, il tourne sur lui-même, et d'autre part par ses capacités de manipulation : il prend, déplace des objets et les pose à l'endroit indiqué par l'utilisateur. Le robot peut aussi effectuer seul des manœuvres, comme « tourner », « reculer », « avancer ».

Quant à ses compétences langagières, elles concernent son aptitude à décrire un état du monde à un moment donné, ou à livrer un message d'erreur.

**Récapitulatif :**

Le robot se déplace sur le plan ;

Le robot prend un objet ;

Le robot déplace un objet ;

Le robot pose un objet ;

Le robot donne la localisation de tous les objets

### 8.1.2. Les manipulations et les déplacements d'objets

Les actions de manipulation et de déplacement sont soit comprises dans une action plus globale, soit isolée, dans le cadre des actions que nous avons définies comme élémentaires. Nous nous référons pour cela à l'étude effectuée dans le [Chapitre 4].

#### Cas 1 : Action de manipulation comprise dans une action complexe :

« Ammène la brique jaune à droite de la rouge. »

Cette action correspond à l'enchaînement suivant :

Prendre la brique jaune,  
Déplacer la brique jaune,  
Se positionner à droite de la brique rouge,  
Poser la brique jaune,  
Attendre.

#### Cas 2 : action de déplacement comprise dans une action globale :

« Prends la brique jaune et pose la derrière la brique rouge. »

Cette action correspond à l'enchaînement suivant :

Prendre la brique jaune,  
Déplacer la brique jaune,  
Se positionner derrière la brique rouge,  
Poser la brique jaune,  
Attendre.

#### Cas 3 : action de manipulation isolée :

« Prends la brique rouge »

Cet ordre entraîne l'enchaînement suivant :

Aller vers la brique rouge,  
Prendre la brique rouge,  
Attendre.

Cas 4 : action de déplacement isolée :

« Va jusqu'à la brique rouge. »

Cet ordre entraîne l'enchaînement suivant :

Se déplacer,  
Se positionner dans le voisinage immédiat de la  
brique rouge,  
Attendre.

### **8.1.3. La production d'un énoncé**

Le module de dialogue gère le principe selon lequel une certaine interactivité doit exister entre le système et l'utilisateur. A chaque commande utilisateur, une petite phrase est produite par le système, indiquant qu'il a compris l'action à entreprendre. Cette phrase peut comporter un seul mot :

\_ Entendu.

ou une séquence :

\_ J'y vais.

En cas de demande mal formulée, un message d'erreur adapté est affiché [voir étude au Chapitre 7].

\_ Je n'ai pas compris votre instruction, voulez-vous la reformuler ?

\_ Voulez-vous parler de la brique rouge, de la verte, de la blanche ou de la bleue ?

\_ Vous avez écrit « configuration », peut-être vouliez-vous écrire : configuration ou représentation, ou encore disposition ?

Un énoncé peut aussi être construit sur demande de l'utilisateur. Un lexique est à la disposition du système, il est capable de répondre à toute question liée à une représentation spatiale à l'intérieur de son monde. La construction d'une représentation spatiale requiert les connaissances suivantes :

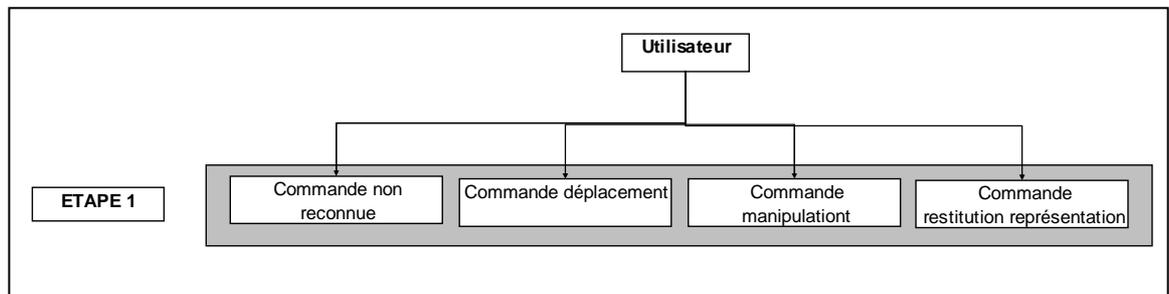
- Les dimensions du monde,
- La hauteur du robot,
- La hauteur du monde,
- L'orientation du monde,
- Les règles de spatialité (caractéristiques intrinsèques des objets),
- Les règles de localisation (l'organisation possible dans l'espace),
- Les règles d'interprétation des mesures de localisation à partir des trois types de points de référence que constituent le robot, l'utilisateur, les autres objets.

Le module de langage développé dans [chapitre 7] autorise un dialogue cohérent et fluide avec l'utilisateur. Il permet de stocker un historique des différentes actions et états du monde lors d'une session.

## 8.2. Architecture logicielle

L'agent dialogique assure l'interface en langage naturel par le biais de laquelle le système prend ses instructions, traite les entrées que constituent les « *commandes –utilisateur* » et les sorties se définissant par des actions, et des petites phrases de relance. Chaque commande utilisateur produit une action du système qui se définit comme un déplacement du robot, un déplacement d'objet, ou la production d'un énoncé. Le module de dialogue prend en charge la traduction d'une commande utilisateur en entrée identifiable par le système. Le schéma 40 présente cette étape essentielle.

*Schéma 40*



### 8.2.1. Analyseur de traitement des concepts et des structures

Ce composant lit l'énoncé contenant la commande et construit à partir d'elle (si elle est correcte) un ensemble dynamique (un micro monde) à partir duquel sont pris en charge l'action et la représentation qui en découle.

Des règles indiquent la bonne combinaison des structures et les types permettant d'être reconnue du système. En fait, tout énoncé, doit comporter un ensemble de variables organisées de la forme présentée ci-après.

A ce stade, la présence ou l'absence de majuscules, de minuscules, de ponctuation, notamment les points, les virgules, les points d'interrogation sont pris en charge par le composant, de même que la liaison de deux actions, à condition qu'elles soient reliées par la conjonction de coordination « *et* ».

Action1 **et** Action2.

Supposons que « *CommandeUtilisateur* » représente la variable commande entrée au clavier sous forme d'un énoncé en langage naturel par un utilisateur du logiciel.

Dans un premier temps, il convient d'identifier cette commande afin de déterminer quelle est l'action qui doit être exécutée. Dans ce cas, deux points doivent être vérifiés : le lexique et la structure.

### 8.2.1.1. Les structures

Le lexique est stocké dans la base de connaissances. Les objets, les actions, les localisations sont des concepts, qui peuvent être reconnus à condition qu'ils possèdent une structure contenue dans la base de connaissance. C'est-à-dire qu'un lexème isolé ne peut avoir de sens pour le système, s'il n'est intégré dans une structure : c'est le principe de la base de connaissance des concepts en contexte.

Ainsi, la variable « *CommandeUtilisateur* », pour être reconnue, doit être associée à l'un des modèles de structures suivants.

#### N° Structure

---

1 [Manipulation]

2 [Déplacement] [Objet][Loc][Objet]

3 [VerbeManipulation][Objet][Localisation][Objet]

4 VerbeManipulation][Objet]que[VerbeManipulation][Localisation][Objet]

5 [VerbeDéplacement][[ref]Localisation]

6 [VerbeDéplacement][Objet]

7 [VerbeDéplacement][objet][VerbeManipulation][Localisation][Objet]

8 [VerbeManipulation] [Objet]et[VerbeDéplacement][Objet][Localisation]

9 [VerbeManipulation][Objet]et[VerbeManipulation][Objet][Localisation][Objet]

**N° Structure**

---

10 [où][Verbe][Objet]

11 [Comment][Verbe][Objet]

12 [Quelle][Verbe][Conf]

13[Quelle][Conf]

14[Quelle][Conf]a été [Verbe]

15[VerbeComm][Conf]

16[VerbeComm][Struct9]

---

Ces structures représentent les entrées pouvant être interprétées par le système. L'intérêt de ce modèle en structures distributives concerne sa légèreté. En effet, il est ici intéressant de pouvoir faire évoluer le système en enrichissant la base de concepts. Les structures permettent aussi d'opérer des perfectionnements en matière de messages d'erreurs.

### **8.2.2. L'exécution des actions**

Une fois les structures et les types définis, les objets sont prêts à être animés.

Pour agir, le robot s'appuie sur les indications qu'il trouve dans le message traduit par le système à partir de la commande utilisateur. L'exécution détermine le comportement de l'objet mobile dont il est question (robot et briques), et la nouvelle organisation des objets dans le plan.

Le plan sur lequel évoluent les objets mobiles matérialise un espace fermé, de dimensions finies, à partir duquel peuvent être calculées et donc interprétées les coordonnées de tous les objets présents sur le plan. Ce support est figuré par la surface de l'écran. L'utilisateur se trouve face à l'écran, qui est la plupart du temps posé verticalement sur son support.

Les actions obéissent à des contraintes de réalisation. Ainsi, à chaque fois qu'une action est identifiée, le système examine la configuration de l'espace. Des règles

déterminent la faisabilité de l'action, en fonction de la disposition de chaque élément. Par exemple, la commande suivante :

Mets la brique rouge à droite de la verte.

ne peut être réalisée si :

La brique rouge n'existe pas.

La brique verte n'existe pas.

La brique verte se trouve contre le bord droit du plan.

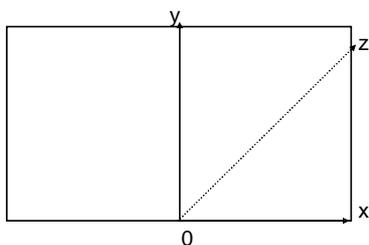
La brique rouge est à droite de la brique verte.

Ces contraintes constituent les connaissances de bon sens liées au mode de réalisation des actions.

Les connaissances liées à la configuration se basent sur les dimensions du plan, à partir duquel sont calculées les coordonnées de chaque objet mobile ainsi que les limites du monde. A partir de ces coordonnées sont interprétés les localisations de chaque objet. Nous disposons à chaque instant de trois représentations spatiales distinctes.

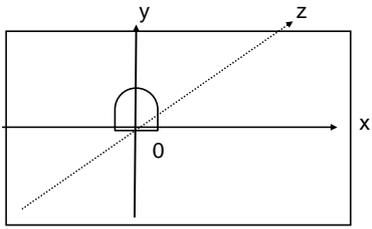
Dans la première représentation spatiale, l'observateur est le point de référence. Les axes partent alors du bord inférieur du plan, et les coordonnées de chaque objet sont interprétées en fonction de ces données.

Schéma 41



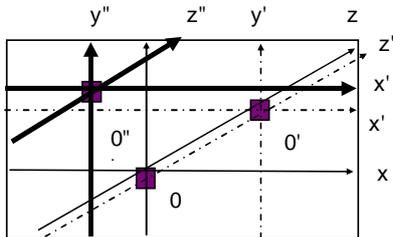
Dans la seconde représentation spatiale, le robot constitue le point de référence, et les coordonnées de chaque objet sont interprétées en fonction de sa position sur le plan. Son orientation étant toujours de verso par rapport à l'utilisateur.

Schéma 42



Dans la troisième représentation spatiale, chaque objet figure à son tour le point de référence, et les coordonnées de chaque objet sont interprétées en fonction de chaque point de référence ainsi déterminé. L'orientation des axes se définissant toujours selon une direction qui va du bas en haut de l'écran.

Schéma 43



## 8.3. Principe fonctionnel

### 8.3.1. Menu de démarrage

Première étape : un écran propose un menu de démarrage, qui se présente comme suit :

- |    |                     |
|----|---------------------|
| 1. | Présentation du jeu |
| 2. | Paramétrage du jeu  |
| 3. | Jouer               |

L'option 1 comporte un descriptif et une explication des principes du jeu.

L'option 2 définit des paramètres comme le nombre de briques en jeu, les mesures du plan, la hauteur du robot et la morphologie du robot, la couleur des caractères de la session utilisateur pour le dialogue. Si l'option 2 n'est pas paramétrée, une configuration par défaut est fournie.

L'option 3 ouvre une fenêtre permettant de se loguer au jeu, en fournissant un nom d'utilisateur, qui permettra à l'agent dialogique de nommer les deux interlocuteurs du jeu : le robot et l'utilisateur.

### 8.3.2. Le jeu

L'écran est partagé en deux fenêtres. Dans la première figurent tous les éléments du jeu : le plan en trois dimensions, le robot et les briques. La seconde est réservée au dialogue Utilisateur-Système.

Pour commencer, l'utilisateur doit entrer une commande à côté du curseur actif, en face de son nom.

Si la commande est reconnue, le système produit une séquence, qui, sémantiquement, montre qu'il a compris, sinon, il produit un énoncé en fonction de l'erreur de l'utilisateur.

Le robot exécute l'action demandée, et dans la fenêtre de dialogue, le curseur est actif à côté du nom de l'utilisateur, en attente d'une commande.

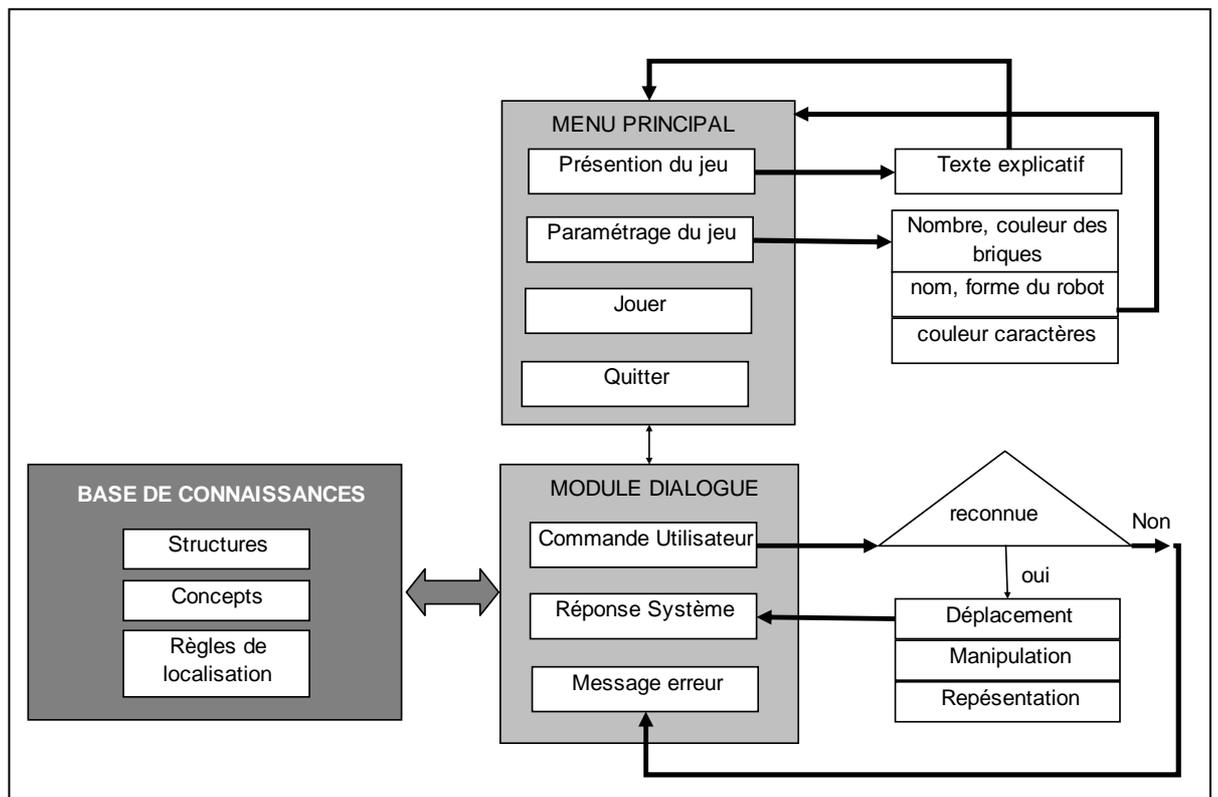
<b>Utilisateur</b>	:	va à droite de la brique rouge
<b>Robot</b>	:	Entendu.
<b>Utilisateur</b>	:	mets la à gauche de la bleue.
<b>Robot</b>	:	Oui.

On peut noter que des fautes mineures comme l'absence de majuscule en début de phrase, ou encore l'absence de ponctuation, de même que l'emploi d'une anaphore ne nuisent pas à la reconnaissance de la séquence utilisateur.

### 8.3.3. Principe de fonctionnement du logiciel

Nous présentons ci-après le principe de fonctionnement du logiciel

Schéma 44



### 8.3.3.1. Démarche algorithmique simplifiée

- a. S'agit-il d'une structure reconnue par le système ?

Si oui, aller à b,

Sinon, aller à c.

- b. S'agit-il d'une commande ?

Si oui, aller à d,

Sinon aller à e.

- c. *Envoi d'un message d'erreur du type : « Je ne comprends pas, voulez-vous reformuler votre instruction ? »*

- d. S'agit-il de la première commande de la session ?

Si oui, *commencer la numérotation de commande.*

Sinon, aller à f.

- e. Le point de référence est-il le robot ?

Si oui, *donner la représentation spatiale en cours par rapport au robot.*

Sinon, *donner la représentation spatiale par rapport à l'utilisateur.*

- f. *Numéroter et exécuter la commande.*

### 8.3.3.2. Démarche algorithmique détaillée

On définit  $m_i$  comme une unité linguistique –suite de caractères entre deux blancs-

Pour la référence des notations, se référer aux listes détaillées dans Annexes B.

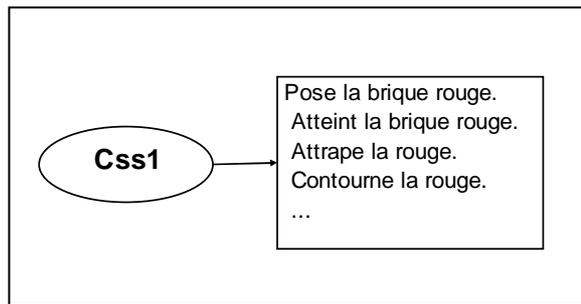
On détermine au moyen d'une représentation les structures entrantes.

Par exemple :

*Si  $m_1=ste100$  et si  $m_2=obj100$  alors  $css1$ .*

*Css1* correspond, par exemple aux entrées suivantes :

Schéma 45



En fonction de l'item verbal reconnu, une représentation sémantique est alors élaborée. Détaillons l'exemple de la commande suivante : *Pose la brique rouge sur la verte.*

[Voir schéma 46 et 47 pages suivantes.]

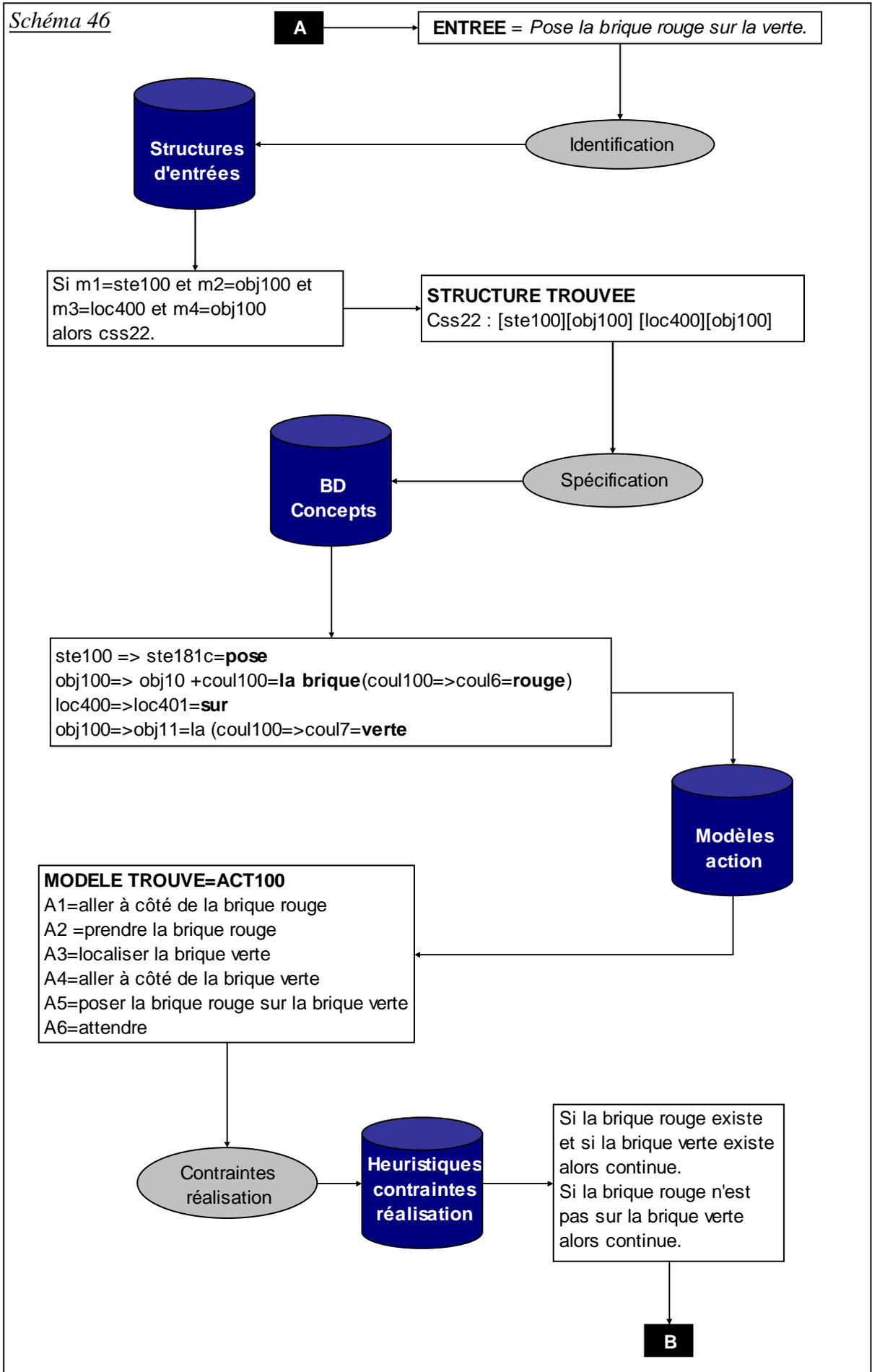
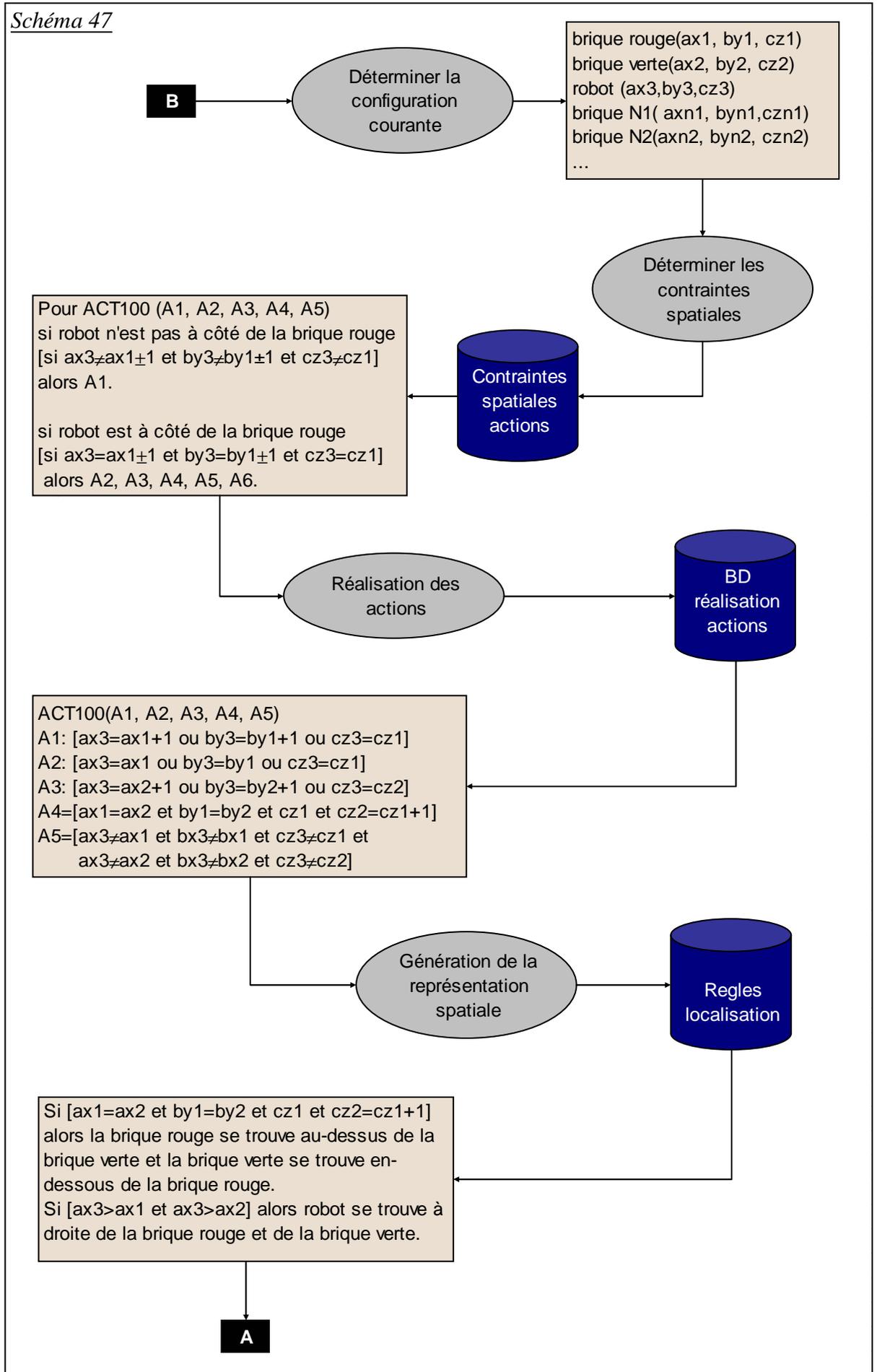


Schéma 47



## **B . Etudes de textes**

### **8.4. Approche adoptée**

La problématique peut globalement se résumer par :

Comment déterminer une représentation spatiale des différents éléments issus d'un contenu textuel ?

Nous ne posons pas le problème dans l'optique d'une étude sémantique basée sur la structuration du narratif<sup>1</sup> ; mais bien dans celui d'une modélisation informatique permettant de déterminer la localisation des différents éléments du texte, composant une représentation spatiale à un instant  $t$ .

Nous allons dans ce deuxième volet étudier des textes de différentes thématiques, dans le but exclusif de tester notre modèle, afin de découvrir s'il est concevable de traiter de représentations spatiales, à l'exclusion de chercher une réalisation opérationnelle de compréhension automatique.

Le traitement de la spatialité appartient quelque part au domaine de la compréhension automatique, dans le sens où pour chaque texte étudié, la modélisation des actions et des objets sur le monde considéré, constitue en elle-même un travail considérable. Ce n'est en réalité qu'après ce travail colossal qu'il convient d'étudier les relations spatiales entre les différents objets mis à jour.

C'est ainsi que nous mettons en évidence un certain nombre de phénomènes linguistiques, de tournures ambiguës, propres à l'expression du spatial.

La typologie des textes sur lesquels porte l'étude est volontairement diversifiée, ainsi sont représentés les types narratif, descriptif, explicatif, argumentatif, et enfin poétique<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Claude Bremond (1973), La logique du récit, Ed. Seuil, Paris.

<sup>2</sup> Voir liste en Annexes B.

### 8.4.1. Déterminer le domaine

#### 8.4.1.1. Définir le domaine

Un texte est un ensemble ordonné d'événements structurés en vue de décrire, d'expliquer ou de raconter quelque chose. Un texte est écrit dans un but bien précis et défini par son auteur. Caractériser le but d'un texte, c'est comprendre la démarche bâtie par son auteur, son organisation générale.

- Les textes techniques [**2 : Revue technique automobile**], [**5 : fiche technique pour la réalisation d'un cadre**], [**6 : fiche technique permettant la réalisation de piliers de portail en pierre reconstituée**], et [**8 : recette de cuisine**] disposent d'un lexique spécifique adapté à ses applications, qui possède plusieurs particularités : c'est un langage qui se positionne comme du langage naturel adapté à un domaine : précision du lexique, particularité des collocations avec leur caractère monosémique. Les objets ne possèdent que des fonctions délimitées, et les actions sur le domaine ne s'embarrassent d'aucune ambiguïté.
- Les textes scientifiques [**1 : L'énergie solaire**], [**4 : Le moteur à 4 temps**], [**7 : Le four solaire pour cuisson**], [**15 : Le turboréacteur**] sont le vecteur privilégié de la communication de la connaissance. Un contenu informatif argumento-descriptif démontre un mécanisme, en s'appuyant sur un historique et des faits.
- Les textes descriptifs [**9 : La rue Bourbon-le-château**], [**12 : Bonaparte Premier Consul, 1804**], [**13 : Description d'un autel**] relèvent d'une suite de séquences permettant l'identification d'un objet (qui peut être un lieu). La suite des séquences suit une trame propre, dont la thématique générique reste la localisation des éléments qui composent l'objet ou le sujet du texte. On comprend donc aisément que l'aspect temporel reste accessoire à ce type de texte.
- Le récit romanesque [**3 : Le père Goriot**], le récit historique [**10 : L'histoire du palais de l'Élysée**], [**11 : Le cabanon du Corbusier**], et la biographie [**14 : Nick Pope - Spécialiste des OVNI à Londres**] relèvent de constructions à peu près semblables. On y retrouve les schémas

actanciels déterminés par une suite de séquences<sup>3</sup> organisées pour construire une histoire. Une trame localisao-temporelle sert toujours de fil conducteur aux séquences.

- Le texte poétique [16 : **Le hareng saur**] construit autour de techniques relevant de l'artistique, possède la particularité d'autoriser l'auteur à laisser libre cours à son imagination par des libertés linguistiques, afin de donner à son œuvre une dimension esthétique.

#### **8.4.1.2. Délimiter le domaine**

Lorsque l'on veut automatiser le traitement d'un texte, une somme colossale de connaissances est préalablement nécessaire, afin, en particulier, de se prémunir des inférences provoquées par des références (culturelle, de bon sens) supposées connues du lecteur. Il est donc impératif de délimiter le domaine que l'on veut étudier. Délimiter, dans le jargon informatique, c'est établir une liste exhaustive de tous les objets dont la présence est effective ou probable, toutes les actions éventuellement réalisables, accompagnées bien entendu, des règles qui permettent d'organiser ces actions pour produire des événements possibles sur le monde ainsi défini.

Ce travail s'appuie sur un ensemble d'informations de type pragmatiques, et l'on connaît les difficultés que pose l'élaboration de ce type de modélisation à partir de critères objectifs. Les modèles de représentation, nous l'avons abordé [première partie : chapitre 2], relèvent préalablement d'une interprétation de la part de l'auteur de la modélisation.

#### **8.4.1.3. Définir les objets**

Les objets sont issus du dictionnaire terminologique du domaine. Dans une optique de modélisation, on peut étudier les caractéristiques spatiales de chaque objet. Ainsi, l'occupation de l'espace nous est donnée par le volume de l'objet, sa forme, sa taille, par exemple. Mais cette orientation nous emmène dans une description très compliquée, dès lors qu'il ne s'agit plus d'une description pure, comme le récit, par exemple. La représentation d'objets abstraits tels que des

---

<sup>3</sup> Claude Bremond (1973), *La logique du récit*, Ed. Seuil, Paris.

*lieux*, que Borillo traite comme des concepts localisants, donnent lieu à une exploitation informatique de type ontologique, ou ensemble structurés de concepts, permettant, à terme, de relier tous les concepts par le biais de relations sémantique, et / d'héritage, et dans laquelle la dimension pragmatique est là encore dominante.

Si un objet est un référentiel localisant, alors, la localisation d'un objet tiers contenu peut s'effectuer par le biais de notre modèle : des deux objets occupent le même espace, et donc, les coordonnées sur l'axe horizontal sont identiques, alors que sur l'axe vertical, les coordonnées de l'objet 1 sont supérieures à celles de objet 2.

Pour objet 1 contenant objet 2 on a :

objet1(ax1, by1, cz1)

et objet 2(ax2, by2, cz2)

si objet 1 contient objet 2 alors  $ax1=ax2,$

$bx1=bx2$

$cz1>cz2$

Ce résultat peut être obtenu facilement, car notre modèle ne tient pas compte de la dimension des objets. En effet, dès lors qu'un objet devient assez grand pour en intégrer d'autres, il devient à son tour un espace de localisation. De ce fait, il est possible d'appliquer le modèle aux cas d'emboîtement, tels que par exemple une boîte contenant des crayons ou d'autres petits objets, comme des trombones, ou encore une gomme ; une maison contenant des pièces, qui contiennent à leur tour des meubles, qui contiennent des objets, etc.

#### **8.4.1.4. Déterminer les expressions typées du spatial**

Les textes, quel que soit leur type, intègrent des relations spatiales entre les objets. Toutefois, s'il s'agit de l'objectif de la modélisation, il convient de relever au préalable toutes les expressions relatives à l'expression spatiale. C'est à partir de ces données, que l'on peut simplifier et interpréter des relations simples, plus ou

moins fines entre les objets, et déterminer les actions exprimant des déplacements ou des localisations.

Il convient toutefois de préciser que toutes les données concernant des objets sont fortement liées au domaine particulier établi par texte. Ainsi, un récit narratif (roman, biographie, ou historique), par définition, n'est pas délimité par une spécialité bien précise, comme c'est le cas pour les textes techniques, scientifiques, ou descriptifs ; il nécessite une telle somme de connaissances inférées qu'il est irréalisable de déterminer une liste exhaustive de toutes informations contenues dans le texte, et à fortiori toutes les relations spatiales, celles-ci étant par nature liées à la dimension pragmatique intrinsèque des objets.

Pour ce qui concerne les configurations, ou espaces localisateurs, ils sont essentiellement donnés par des mots localisateurs, tels que des prépositions ou des adverbes, et sont cependant influencées par le domaine, ou l'environnement dans lequel se déroulent les actions.

Par exemple, dans [2 : Revue technique automobile], la séquence : « *Soulever la poignée située sous l'avant du siège* » indique deux informations fondamentales : l'existence de la poignée, et sa localisation : sous l'avant du siège.

Comment *l'avant du siège* doit-il être considéré ? Sous quel angle doit-on regarder le siège pour en déterminer *l'avant* ? On voit bien ici qu'il s'agit de l'avant *générique* du siège, tel qu'il est culturellement et couramment défini, et non déterminé par le point de référence que constituerait la personne qui, depuis le siège conducteur, se retournerait et considérerait le dossier pour trouver la poignée. *L'avant du siège* est en fait le nom donné à une partie du siège, quelque soit le point de vue duquel on l'observe.

De même pour *l'intérieur de l'assise* ; l'intérieur de l'assise correspond à une définition générique désignant le côté du siège avant qui se trouve à côté de l'autre siège avant, et non, bien entendu à l'intérieur du siège.

L'expression de l'espace est fortement liée au domaine traité. On peut relever les verbes et toutes les expressions relevant de l'expression de la spatialité.

#### 8.4.2. Modélisation d'un texte [2: Revue technique automobile]

Nous avons déterminé précédemment que la modélisation d'un texte requiert des informations pragmatiques en grande quantité. Notre choix va donc se porter sur un texte explorant un domaine très petit et clairement délimité, dans le but de simplifier la description du domaine, des objets et des relations entre ces objets.

Pour toutes ces raisons, notre choix s'est porté sur [2 : Extrait de revue automobile].

Passons en revue les renseignements donnés *stricto sensu* par le texte (on note le signe = pour *donne le résultat*) :

Les objets :

- L'avant du siège,
- une poignée,
- un siège,
- un dossier,
- un bouton moleté,
- une assise,
- une position,
- des portes arrière,
- des sièges avant,
- un levier.

Il semble évident ici que des connaissances approfondies propre au référentiel (l'automobile) sont indispensables à l'organisation des connaissances.

On complète de la manière suivante, en notant que les propriétés attachées aux objets relèvent d'une interprétation rendue possible grâce à une connaissance minimale du domaine.

Les informations propres à la modélisation du micro-monde : les sièges d'une automobile et leurs fonctions :

- Il y a deux sièges avant ;
- Un siège est composé d'un dossier et d'une assise ;
- L'assise du siège avant se nomme : l'avant du siège ;
- Le siège avance et recule ;
- La poignée est située sous l'avant du siège ;
- La poignée se soulève et se relâche ;
- Le dossier possède une inclinaison ;
- L'assise possède un côté intérieur ;
- La molette se tourne jusqu'à la position désirée ;
- Les portes arrière possèdent un accès ;
- Les dossiers se basculent ;
- Le bouton moleté = la molette ;
- La molette permet de régler l'inclinaison du dossier ;
- Le réglage de l'inclinaison soulage l'action du dos sur le dossier ;
- Le levier est disposé sur le côté extérieur de chaque dossier
- Le levier se soulève ;
- Chaque dossier possède un levier.

- Il y a une banquette arrière ;
- Il y a une surface de chargement ;
- La banquette arrière peut être rabattue vers l'avant ;
- L'avant est obtenu par une orientation générique, dont l'axe passe de l'arrière du véhicule (banquette) vers les sièges avant. ;
- Il y a des boucles réceptrices ;
- Il y a des ceintures de sécurité ;
- Les ceintures de sécurité possèdent des boucles réceptrices ;
- Il y a des boutons ;
- Les boutons sont placés sur le dossier de la banquette;
- La banquette possède une assise et un dossier ;
- Les boucles réceptrices se suspendent aux boutons ;
- Il y a des poignées ;
- Les poignées sont disposées au centre de l'assise de la banquette ;
- On peut rabattre le dossier ;
- La partie supérieure=le haut du dossier ;
- Il y a un bouton placé à chaque extrémité de la partie supérieure ;
- Pour rabattre le dossier, il faut appuyer sur le bouton.
- Une banquette peut être remplacée par deux sièges arrière.

Le référentiel sur lequel porte l'étude est statique, dans la mesure où, quel que soient sa position, ses déplacements, il s'agit de connaissances stables et définies culturellement.

L'élaboration de modélisation de ces connaissances doit pouvoir permettre, à chaque interrogation d'un utilisateur, de restituer la localisation de chaque élément.

#### **8.4.2.1. Proposition d'architecture logicielle**

Ce programme, contrairement au précédent [jeu de brique], ne manipule que des données linguistiques.

D'un point de vue interactif, on détermine quelles sont les entrées possibles de l'utilisateur, qui portent sur la localisation d'un élément, ou encore sur l'une des actions possibles :

- (1) Régler longitudinalement le siège
- (2) Rabattre le siège avant
- (3) Régler l'inclinaison du dossier
- (4) Rabattre la banquette vers l'avant= agrandir la surface de chargement

Ces actions *complexes* sont décomposables de la manière suivante :

- (1) Régler longitudinalement le siège avant :
  - Soulever la poignée [est sous l'avant du siège]
  - Relâcher la poignée [est sous l'avant du siège]
  - Avancer le siège [jusqu'au blocage] OU reculer le siège [jusqu'au blocage]
- (2) Régler le dossier du siège avant
  - Tourner le bouton moleté [est sur le côté intérieur de l'assise]

- Atteindre la position désirée

(3) Accéder aux portes arrière

- Soulever le levier [est sur le coté extérieur du dossier du siège avant]
- Basculer le dossier du siège avant

(4) Rabattre la banquette vers l'avant

- Suspendre les boucles réceptrices [sont sur ceinture de sécurité] sur les boutons [sont sur le dossier de la banquette]
- Tirer les poignées [sont au centre de l'assise]
- Appuyer sur le bouton [est à l'extrémité de la partie supérieure du dossier]

Il s'agit ici de décrire des procédures. Si l'on veut traiter du spatial, il est nécessaire dans le cas présent d'interpréter toutes les données afin de les ramener à un état générique, donné comme connaissances par défaut. Localiser les objets ici ne correspond donc pas à une recherche de localisation dynamique, mais à l'accès à une base de connaissances correctement organisée.

Notre modèle permet de déterminer des localisations d'après des descriptions dans des textes tels que par exemple [3 : Le père Goriot], [12 : Bonaparte, premier consul] ou [13 : la description d'un autel]. Le procédé de focalisation donne une dynamique à l'écriture, permettant au lecteur de *se déplacer* dans le décor posé par l'auteur ([3 : le père Goriot]). Le mouvement est traité dans une perspective séquentielle : à chaque description correspond un instantané, une configuration dans laquelle figure un repère permettant la localisation de chaque élément. Ainsi se trouve résolue la dimension de *progression*, induite par un changement de repère s'effectuant au fur et à mesure *de l'avancée* du lecteur dans le décor planté. La prise en compte de ce paramètre pose le problème de la finesse de la description du déplacement, alors que notre modèle résout cette difficulté du point de vue de la localisation de tous les éléments à un instant donné.

## **Conclusion du chapitre 8**

L'informatique n'est qu'un outil perfectionné mettant en œuvre un modèle ou un principe sur un support technologique. Il ne doit pas être une fin en soi, seulement un moyen pratique de vérifier le bon fonctionnement d'un procédé. Paradoxalement, la validité du modèle développé dans ce travail repose quasi uniquement sur son exploitation par l'outil informatique. Il n'a de valeur que parce qu'il peut fonctionner au moyen d'un programme informatique. Cependant, les outils technologiques n'ont d'existence que par qu'ils peuvent traiter des contenus.

Nous montrons que la génération dynamique d'une représentation spatiale ne dépend en fait que de quelques paramètres, dont le facteur le plus important est l'identification du point de référence.

L'observation du comportement d'un être humain dans ses compétences visuo-perceptives permet la simulation du déplacement et des manipulations d'un robot, certes virtuel pour la démonstration, mais qui peut assurément s'appliquer à un robot réel.

La compétence dialogique du module de dialogue (jeu de brique) permet de maintenir un certain degré d'attention de la part de l'utilisateur. Telle une situation de communication réelle, l'interactivité demeure un facteur d'agrégation entre d'une part, les performances du système, et d'autre part, les capacités de l'utilisateur à utiliser les fonctions du logiciel.

## **CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE**

Au-delà de l'aspect ludique de l'application permettant de faire déplacer des briques par un robot, il nous faut rendre compte de l'aspect évolué du système : en effet, celui-ci est capable de rendre compte de la configuration à tout instant, et d'interpréter cette configuration en fonction de la demande l'observateur. Pour toute action produite, une nouvelle représentation est créée, et donnée par un énoncé en langage naturel.

La différence fondamentale avec un système d'extraction d'informations se situe dans la capacité du mécanisme à base de connaissances à produire de nouvelles connaissances. La génération de représentations spatiales implique de travailler sur une représentation de la commande utilisateur, en utilisant les inférences que le mécanisme de raisonnement effectue sur la requête.

L'utilisateur dispose d'une base de structures linguistique assez étendue, lui permettant de d'interagir avec le système. Il possède à tout moment la possibilité d'activer une représentation particulière qui sera restituée par le système en fonction de paramètres comme la disposition des objets et du point de référence mis en évidence dans la requête.

L'utilisateur a donc la possibilité de formuler sa requête avec un lexique approximatif, étant donné que nous traitons de la synonymie et de la paraphrase (équivalence des structures et des concepts).

## CONCLUSION GENERALE

L'application et le formalisme auxquels nous aboutissons par ce travail permettent de manipuler des objets, et de générer une représentation topologique, au moyen d'un raisonnement spatial directement compréhensible par un humain, puisque développé sur le modèle langagier humain, à partir d'observations comportementales.

Nous avons établi que tout mouvement est identifiable grâce au modèle qui lui est associé. Les modèles déterminent le type du mouvement, le type se caractérise par les critères de spatialité issus de descriptions réalisées en contexte. La génération de représentations spatiales fournit de manière naturelle un traitement normalisé de structures de traitements. L'utilisation du langage naturel reste la méthode la plus intuitive pour accéder à une information, qu'elle soit de type textuelle, ou formelle, comme c'est le cas dans ce travail.

L'élaboration de systèmes informatiques confronte deux mondes : l'un réel, qui correspond à l'objet de l'étude, et l'autre symbolique, incarné par les outils élaborés pour l'étude. La construction de systèmes symboliques conduit nécessairement à la question suivante : l'élaboration de systèmes de représentation et les systèmes de traitement définis à partir de raisonnements correspondent-ils aux méthodes de traitements utilisés par tout être humain ?

La variété des ressources informatiques contribue à générer une mise en forme symbolique et un codage logique des connaissances de sens commun qui, sorties de leur cadre, ne s'appliquent plus à la réalité telle qu'elle est perçue par un individu donné, en tant que récepteur sensoriel, interprétant, calculant, se projetant dans un monde sans cesse renouvelé par l'interprétation qu'il en fait. L'individu, comme acteur de la construction de sa réalité, se projette dans une re-construction spatiale dont il s'applique à être le « *centre de son monde* ».

Les applications de ce travail dans le domaine technique sont loin d'être négligeables. Les recherches menées dans le domaine de la représentation des connaissances sont apparues dès la fin des années 1960. Les méthodes élaborées alors posent les bases des modèles actuels, mais dépendent des champs

d'application et de leurs objectifs. La compréhension du langage naturel, par exemple, passe par la représentation du sens des phrases, des mots ou des séquences, et du contexte d'utilisation.

Les outils validés sur ce micro monde possèdent la dimension complète du champ cognitif lié à la perception visuo-spatiale.

Le modèle développé ici nous montre un aspect particulier du TAL, et développe la théorie selon laquelle c'est le langage humain qui doit s'adapter au monde et à ses contraintes, et non le monde qui doit se simplifier pour coller au langage humain. Cette théorie s'appuie sur la simplification d'expression du langage exprimant une relation spatiale à un système de coordonnées cartésiennes.

Nous envisageons à terme des développements linguistiques, comme l'intégration des adverbes modaux, affiner la synonymie, prendre en compte les distances afin de mesurer la vitesse.

Le développement de ce système pourra jouer un rôle dans l'évolution des techniques de transmission d'informations, notamment dans le guidage et l'échange d'informations avec un système automatique, pour ce qui concerne le repérage et le guidage de robots en milieu hostile, par exemple.

## BIBLIOGRAPHIE

**Abeillé Anne (1993)**, *Les nouvelles syntaxes - grammaires d'unification et analyse du français*, Armand Colin, Paris.

**Adam Jean Michel (1984)**, *Le récit*, Que sais-je, PUF, Paris.

**Aleksander Igor & Helen Morton, (1990)**, *An Introduction to neural Computing*, London, Chapman & Hall.

**Andler Daniel (1992)**, *Introduction aux sciences cognitives*, Paris, Gallimard.

**Antoniadis Georges (1995)**, *Génération automatique de textes : essai de caractérisation du domaine*, Conférence Séminaire Alpin en Linguistique Informatique.

**Antoniadis Georges, Laurence Balicco, Claude Ponton, Marie-Hélène Stefanini, Waren Karine (1996)**, *Vers une approche distribuée pour la génération automatique de textes*, in Actes Conférence TALN96, Marseille 22-24 mars.

**Balicco Laurence (1994)**, *Dialogue homme machine en Langage Naturel : génération automatique de répliques sous contraintes*, 1er colloque Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives, La Motte d'Aveillans, 23-25 mars.

**Balpe Jean Pierre (1986)**, *Initiation à la génération de textes en Langage Naturel*, Eyrolles, Paris.

**Barreau Hervé (1996)**, *Le temps*, Que-sais-je n° 3180, PUF.

**Baylon Christian, Paul Fabre, (1978)**, *La Sémantique*, Nathan.

**Benvéniste Emile (1950)**, *La phrase nominale*, Problèmes de linguistique générale, p : 151-167.

**Benvéniste Emile (1959)**, *Les relations de temps dans le verbe français*, Problèmes de linguistique générale p : 237-250.

**Berrendoner Alain (1990)**: *Grammaire pour un analyseur, Aspects morphologiques*, in Les Cahiers du CRISS, Université Pierre Mendès France, Grenoble, 1990.

**Berthonneau Anne Marie, Pierre Cadiot, (1991)**, *Pendant et pour, variation sur la durée et donation de la référence*, Langages 91, Larousse : 102-124.

**Bestouzeff Hélène, Gérard Ligozat, (1989)**, *Outils logiques pour le traitement du temps : de la linguistique à l'intelligence artificielle*, Etudes et Recherches en informatique, Paris, Masson.

**Blanquet Marie-Françoise, (1994)**, *Intelligence Artificielle et systèmes d'information*, Paris, ESF Editeur.

**Borillo Andrée (1988)**, *Le lexique de l'espace : les noms et les adjectifs de localisation interne*, les Cahiers de grammaire 13, Toulouse, p : 1-22.

**Borillo Andrée (1993)**, *Prépositions de lieu et anaphore*, Langages n° 110, p : 27-46.

**Borillo Andrée, Mario Borillo, Myriam Bras, (1988)**, *Une approche cognitive du raisonnement temporel*, Actes 2<sup>ème</sup> journées GRECO-PRC Intelligence Artificielle, Toulouse, Tecknéa : 11-36

**Borillo Andrée, (1998)**, *L'espace et son expression en Français*, Paris, Ophris.

**Borillo Andrée, (1998)**, *Les adjectifs et l'aspect en français*, Regards sur l'aspect, Cahiers Chronos 2 , p : 177-190.

**Bouchon-Meunier Bernadette (1995)**, *La logique floue et ses applications*, Paris, Addison-Wesley-France.

**Bremond Claude (1973)**, *Logique du récit*, Seuil, Paris.

**Cadel Pierre (2000)**, *Utilisation des connaissances linguistiques dans le cadre du traitement documentaire analyse syntactico-sémantique de documents économiques*, Thèse de doctorat, Université de Nice.

**Cardey Sylviane (1987)**, *Le traitement algorithmique de la grammaire normative du français pour une utilisation automatique et didactique*, Thèse de Doctorat, Besançon.

**Carré René, Jean François Dégrémont, Maurice Gross, Jean Marie Pierrel, Gérard Sabah (1991)**, *Langage humain et machine*, Presse du C.N.R.S.

**Chao Hui Lan (1998)**, *Compréhension automatique de phrases interrogatives françaises et chinoises : Application dans le cadre de l'interrogation de bases de données*, Thèse de doctorat, Université de Franche Comté, Besançon.

**Chaudiron Stéphane (1988)**, *Représentation du système temporel du français en vue d'un traitement automatique*, Thèse de doctorat, Université Paris 7.

**Chomsky Noam, Georges Miller, Philippe Richard, M. Ruwet (1968)**, *Analyse formelle des langues naturelles*, Mouton, Paris.

**Chomsky Noam (1970)**, *Language and symbolic systems*, Cambridge, University Press.

**Chomsky Noam (1975)**, *Questions de sémantique*, Seuil, Paris.

**Culioli Antoine (1971)**, *A propos d'opérations intervenant dans le traitement formel des langues naturelles*, Mathématiques et sciences humaines 34, Gauthier-Villars : 7-15.

**Danlos, Laurence (1993)**, *Génération automatique de textes* in Fuchs & al., p : 247-266.

**Desclés Jean Pierre (1985)**, *Langage naturel et Intelligence artificielle : à propos du concept*, Méthodologie Informatique et Philosophie 2, Laboratoire d'informatique pour les sciences de l'homme p : 65-101.

**Desclés Jean Pierre (1985)**, *Représentation des connaissances : archétypes cognitifs, schèmes conceptuels, schèmes grammaticaux*. Actes Sémiotiques, Documents(VII) : 69-70.

**Déclés Jean Pierre (1986)**, *Langages applicatifs et sciences cognitives*, Ecole d'été, Approche des sciences cognitives : la représentation, Association pour la recherche cognitive, Juin, BONAS, p : 1-125.

**Desclés Jean Pierre (1987)**, *Réseaux sémantiques : la nature logique et linguistique des relateurs*, Langages 87 :55-78.

**Desclés Jean Pierre (1990a)**, *Langages Applicatifs , Langues Naturelles et Cognition*, Hermès, Paris.

**Desclés Jean Pierre (1990b)**, *Les représentations intermédiaires*, In Sciences Cognitives : Quelques Aspects Problématiques, 1-2, Paris. Albin Michel.

**Desclés Jean Pierre (1994)**, *Relations casuelles et schèmes sémantico-cognitifs*. Langages 113 :115-126.

**Desclés Jean-Pierre., Valérie Flageul, Christiane Kekenbosch, Jean-Marie Meunier, and Jean-François Richard, (1998), *Sémantique cognitive de l'action : une approche théorique et expérimentale*, Langages 143 :112-158.**

**Desclés Jean Pierre, Ioannis Kanellos (1991), *La notion de typicalité : une approche formelle*, In Sémantique et Cognition, sous la direction de D. Dubois, : 225-244, Paris. Editions CNRS.**

**Desseaux-Berthonneau Anne-Marie (1985), *Niveaux et opérations dans la description des compléments temporels*, in Langue Française 66 : 20-40.**

**Denis Michel (1997), *Langage et cognition spatiale*, Paris, Masson.**

**Denis Michel, Sabah Gérard (1993), *Modèles et concepts pour la science cognitive, hommage à Jean-François le Nef*, Presses universitaires de Grenoble.**

**Diller Anne Marie, François Recatani, et alii, (1979), *La pragmatique*, in Langue Française 42.**

**Dreyfus Gaston (1985), *Réseaux de neurones, Méthodologie et applications*, Eyrolles,**

**Ducrot Oswald, Tzvetan Todorov (1972), *Dictionnaire encyclopédique des sciences du langage*, Seuil, p: 375-388.**

**Eluard Roland (1985), *La pragmatique linguistique*, Nathan, Paris.**

**Flageul Valérie (1997), *Description sémantico-cognitive des prépositions spatiales du français*, Thèse de Doctorat, Paris 4.**

**Flaïz Rim, Michel Gondran (1988), *Modélisation et granularité dans les textes juridiques*, Cahiers chronos 2, p : 141-156.**

**Fuchs Catherine (1993)**, *La Paraphrase*, Linguistique, Nouvelle Presse universitaire de France.

**Fuchs Catherine (1993)**, *Linguistique et traitement automatique des langues*, Paris, Hachette.

**Fuchs Catherine (1996)**, *Les ambiguïtés du Français* Ophris.

**Gal A., Jayez Jacques Henri (1986)**, *Compréhension automatique du langage*, Paris, Klincksieck.

**Gallaire Hervé (1985)**, *La représentation des connaissances*, in La recherche, vol 16, n°170, Octobre, p : 1240-1248.

**Garnier Joël (1989)**, *La représentation des connaissances en I. A.* Mémoire de Maîtrise UFR Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société, Besançon.

**Ghiglione Rodolphe, Claude Bonnet, Jean François Richard (1990)**, *Traité de psychologie cognitive 3*, Cognition, Représentation, Communication, Dunod.

**Gosselin Laurent (1999)**, *Les valeurs de l'imparfait et du conditionnel dans les systèmes hypothétiques*, La modalité sous tous ses aspects, Cahiers Chronos 4, Amsterdam : 29-52.

**Greimas Algirdas Julien, (1966)**, *Sémantique structurale*, Larousse.

**Gross Gaston (1984a)**, *Compléments adverbiaux et verbes supports*, Revue québécoise de linguistique 13 :2, Montréal, UQUAM p : 123-156.

**Gross Gaston (1996)**, *Prédicats nominaux et compatibilité aspectuelle*, Langages 121\_p : 54-72.

**Gross Maurice, (1968)**, *Grammaire transformationnelle du français. 1- Syntaxe du verbe*, Centilène.

**Gross Maurice (1987b)**, *Index alphabétique des adverbes composés*, Rapport n°5 du programme de recherche. Coordonnées "Informatique linguistique", LADL, Paris 7.

**Harris Zellig S., (1990)**, *La genèse de l'analyse des transformations et de la métalangue*, in Langages n°99, Paris, p: 9-20.

**Haton Jean Pierre & alii (1991)**, *Le raisonnement en Intelligence Artificielle : modèles, techniques et architectures pour les systèmes à base de connaissances*, Intereditions, Paris.

**Haton Jean Pierre, Marie Christine Haton (1989)**, *Intelligence Artificielle*, PUF, Que-sais-je, Paris.

**Hill Clifford. (1991)**, *Recherches interlinguistiques en orientation spatiale*, Communication n° 93, p : 171-208.

**Jackendoff Ray (1983)**, *Semantics and Cognition*, MIT Press.

**Jackendoff Ray (1990)**, *Semantic Structures*, MIT Press.

**Jacob Pierre (2005)**, *Philosophie et neurosciences : le cas de la vision*, E. Pacherie et J. Proust, La philosophie cognitive. Ophrys, Paris.

**Jayez Jacques-Henri (1982)**, *Compréhension automatique du langage naturel : le cas du groupe nominal en français*, Paris, Masson.

**Jayez Jacques-Henri (1988)**, *L'inférence en langue naturelle*, Paris, Hermes.

**Kayser Daniel (1984)**, *Examen des diverses méthodes utilisées en représentation des connaissances*, Congrès d'Intelligence Artificielle et représentation des formes, Vol 2, Paris AFCET.

**Kayser Daniel (1998)**, *La représentation des connaissances*, Hermes, Paris.

**Kintsh Walter, Teun A. Van Dick**, (1975), *Comment on se rappelle et on résume des histoires*, in Langages n° 40, Problèmes de sémantique psychologique, p : 98-116.

**Kleiber Georges (1999)**, *Problèmes de sémantique, La polysémie en question*. Les Presses universitaires du Septentrion, Paris.

**Krivine Jean Louis (1990)**, *Lambda Calculs : types et modèles*, Etudes et recherches en informatique, Masson.

**Lamiroy Bernard (1987)**, *Les verbes de mouvement : emplois figurés et extensions métaphoriques*, Langue Française n° 76, p : 41-58.

**Langaker R. (1987)**, *Mouvement abstrait*, Langue Française n° 76, p : 59-76.

**Langacker, R.-W. (1987)**, *Foundations of Cognitive Grammar Vol I : Theoretical Prerequisites*, Stanford University Press.

**Langacker, Ronald W. (1991)**, *Foundations of Cognitive Grammar, Vol II : Descriptive Application*, Stanford University Press.

**Laur Danny. (1989)**, *Sémantique du déplacement à travers une étude de verbes et de prépositions du français*, Cahiers de grammaire 14.

**Le Coadic Yves F., (1994)**, *La science de l'information*, Que-Sais-je, PUF, Paris.

**Message Understanding Conference (1996)**, compétitions inter-entreprises organisées autour de l'extraction d'informations aux USA.

**Le Ny Jean François (1989)**, *Sciences cognitives et compréhension du langage*, PUF.

**Ligozat Gérard (1994)**, *Représentation des connaissances et linguistique*, Armand Colin, Paris.

**Luzzati Daniel, Bernard Victorri (1993)**: *Linguistique et traitement automatique des langues*, collection HU, Ed. Hachette.

**Luzzatti Daniel (1989)**, *Recherches sur le dialogue homme-machiiine : modèle linguistique et traitement automatique*, Thèse d'Etat, Paris 3.

**Maillot Catherine (1997)**, *Le traitement des prépositions spatiales dans un système de traduction automatique français – allemand, allemand – français basé sur l'unification*, Thèse de Doctorat, Metz.

**Marque-Pucheu C., (1999)**, *L'inchoatif, marques formelles et lexicales et interprétation logique*, La modalité sous tous ses aspects, Cahiers Chronos 4 : 233-258.

**Marque-Pucheu Christiane (1998)**, *Contrainte sur le mode/temps et l'aspect induite par les adverbes*, Regards sur l'aspect, Cahiers Chronos 2, Amsterdam : Rodopi : 107-126.

**Martin Robert (1983)**, *Pour une logique du sens*, Paris, PUF.

**Martin Robert (1984)**, *Dictionnaire informatisé et traitement automatique de la polysémie*, Les textes et l'informatique, (réunis par Martin E.), Paris, Didier Erudition.

**Mel'chuk Igor (1986)**, *Dictionnaire explicatif et combinatoire du français contemporain*, Québec, Presses de l'Université de Montréal.

**Minsky Marvin (1988)**, *La société de l'esprit*, Paris, InterEditions.

**Moeschler Jacques et alii, (1993)**, *Le temps, références et inférences*, in Langages n°112, Larousse.

**Monteil Marie Gaele, Florence Pugeault, Patrick Saint-Dizier, (1994)**, *Éléments pour une sémantique de textes*, Les textes et l'informatique, (réunis par Martin E.), Paris, Didier Erudition.

**Nef Frédéric (1990)**, *La logique du langage naturel*, Paris, Hermes.

**Nogier Jean François (1991)**, *Génération automatique de langages et graphes conceptuels*, Paris, Hermes.

**Picoche Jacqueline (1977)**, *Précis de lexicologie Française*, Nathan.

**Peterfalvi Jean Michel (1970)**, *Introduction à la psycholinguistique*, Presses universitaires de France, 1970, Paris.

**Pitrat Jacques (1985)**, *Textes, ordinateurs et compréhension*, Paris, Eyrolles.

**Pitrat Jacques (1995)**, *De la machine à l'intelligence*, Paris, Hermes.

**Pottier Bernard (1992)**, *Sémantique générale*, PUF, Paris.

**Pottier Bernard (1992)**, *Théorie et analyse en linguistique*, Paris, Hachette.

**Quillian, Ross (1968)**, *Semantic memory*, *Semantic information processing* : 227-270.

**Rastier François, Jean Pierre Desclés, Franz Guenther, Daniel Kayser, Bernard Levrat, Bernard Pottier, Paul Sabatier, Roger Schank (1987),** *Sémantique et intelligence artificielle*, in Langages n° 87, Larousse, Septembre 1987.

**Rastier François (1996),** *Sens et textes*, Didier, Paris.

**Rastier François (1995),** *Onze question sur le fonctionnalisme*, in Intellectica, Numéro spécial Fonctionnalisme, rubrique Jalons, p: 268-275.

**Rastier François (1995),** *Le terme, entre ontologie et linguistique*, La banque des mots, 7, p: 35-65.

**Rastier François (1989),** *Sens et Textualité*, Paris, Hachette.

**Rastier François (1989),** *Sémantique interprétative*, Paris, Presses universitaires de France.

**Rastier François (1981),** *Le développement du concept d'isotopie*, in Documents de Recherche, n°29, CNRS, Institut de langue française, Besançon.

**Recatani Catherine, Recatani François-Georges, (1999),** *La classification de Vendler revue et corrigée*, La modalité sous tous ses aspects, Cahiers Chronos 4 : 167-184.

**Renchon Hector (1988),** *La syntaxe de l'interrogation*, Bruxelles, Palais des Académies.

**Sabah Gérard (1988),** *L'intelligence artificielle et le langage, Représentation des connaissances*, Hermes, Paris.

**Sabah Gérard (1988)**, *L'intelligence artificielle et le langage : processus de compréhension*, Vol 2, Paris, Hermes.

**Sakagami Ruriko (1997)**, *Fonctionnement de quelques connecteurs temporels en français : représentation de la relation aspecto-temporelle inter-propositionnelle en vue d'un traitement automatique*, Thèse de doctorat, Paris 4.

**Sabah Gérard (1992)**, *Traitement automatique du langage naturel*, La recherche, juillet-août, p : 103-111.

**Schank Roger, Robert Abelson (1977)**, *Scripts, plans, goals and understanding*, NJ Lawrence, Erlbaum.

**Silberstein Max (1990)**, *Dictionnaires électroniques et analyse automatique de textes. Le système INTEX*, Masson, Collection informatique linguistique, Paris.

**Simon Herbert A. (1991)**, *Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel*, traduit de l'anglais par Le Moigne, Paris, Bordas.

**Sowa John F. (1984)**, *Conceptuel Structures : Information Processing in Mind and Machine*, IBM System Research Institute, Addison-Wesley Publishing Company, INC, NY.

**Tesnière Lucien (1956)**, *Eléments de linguistique structurale*, 2<sup>ème</sup> édition, Klincksieck, Paris.

**Vandeloise Claude (1988)**, *Les usages spatiaux statiques de la préposition à*, Cahiers de lexicologie 53, p : 119-148.

**Vandeloise Claude (1986)**, *L'espace en français, sémantique des prépositions spatiales*, Seuil, Paris.

**Vieu Laure (1991)**, *Sémantique des relations spatiales et inférences spatio-temporelles : une contribution à l'étude des structures formelles de l'espace*, Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse.

**Vignaux Georges (1992)**, *Les sciences cognitives : une introduction*, Paris, La Découverte.

**Weinrich Harald (1964)**, *Le Temps*, Seuil.

**Weinrich Harald (1989)**, *Grammaire textuelle du Français*, Didier-Hatier.

**Winograd Terry, F. Flores (1986)**, *L'intelligence artificielle en question*, Traduit de l'américain par J.L. Peytavin, Paris, PUF.

**Zadeh Lotfi Asker (1996)**, *Fuzzy Logic : computing with words*, Transactions in fuzzy system, Vol 4, n°2.

**Zinglé Henri (1990)** *La modélisation des langues naturelles, Aspects théoriques et pratiques*, Travaux du LILLA, Numéro spécial, Publication de la Faculté des lettres, Arts et Sciences Humaines de l'Université de Nice-Sophia Antipolis.

**Zinglé Henri (1997)**, *Analyse syntactico-sémantique dans la Z-Station*, Actes FRACTAL, Besançon.

# **Annexes**

**Annexes A : Modélisation des règles de localisation**

**Annexes B : Textes étudiés**

**Annexes C : Listing programme des briques en python**

## Base de règles de localisation

---

On désigne par des lettres majuscules les objets sur lesquels s'appliquent les règles de localisation.

Les règles suivantes sont appelées *primitives*, car elles sont triviales pour la reconnaissance topologique d'un objet.

### Rloc100

Rloc101(A,B) : A est à droite de B si  
B est à gauche de A.

Rloc102(A,B) : A est devant B si  
B est derrière A.

Rloc103(A,B) : A est sur B si  
B est sous A.

Rloc104(A,B) : A est à côté de B si  
B est à côté de A.

Rloc105(A,B) : A est à côté de B si  
B est à droite de A et  
B est près de A.

Rloc106(A,B) : A est à côté de B si  
B est à gauche de A et  
B est près de A.

Rloc107(A,B) : A est à l'intérieur de B si  
B contient A.

### Rloc200

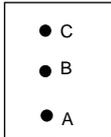
Rloc108(A,B,C) : A est entre B et C si  
A est à gauche de B et

A est à droite de B.

Rloc7(A,B,C): A est entre B et C si

A est sous B et

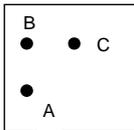
A est sur C.



Règle10(A,B,C) si A est derrière B et

B est devant A et

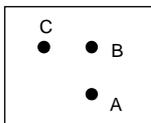
C est devant B.



Règle11(A,B,C) si A est derrière B et

B est devant A et

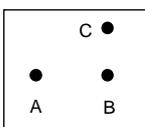
C est à droite de B.



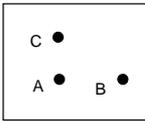
Règle12(A,B,C) si A est derrière B et C et

B est devant A et

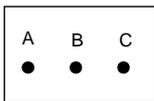
C est à gauche de A.



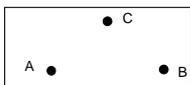
Règle13(A,B,C) si A est à droite de B et  
B est derrière C et  
C est à droite de A.



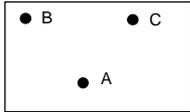
Règle14(A,B,C) si A est derrière B et  
B est à droite de A et  
C est devant A et  
C est à gauche de B.



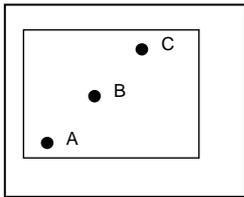
Règle15(A,B,C) si A est à gauche de B et  
B est à gauche de C et  
C est à gauche de B.



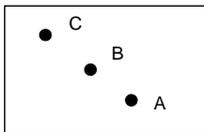
Règle16(A,B,C) si A est à gauche de B et  
B est à droite de C et  
C est devant A et  
C est devant B.



Règle17(A,B,C) si A est derrière B et  
 B est à gauche de A et  
 C est à droite de B et  
 C est devant A.



Règle18(A,B,C) si A est derrière B et  
 B est derrière C et  
 C est à droite de B et  
 B est à droite de A.



Règle19(A,B,C) si A est derrière B et  
 B est derrière C et  
 C est à gauche de B et  
 B est à gauche de A.

## Contraintes de localisation pour les règles primaires

---

Les règles sur les contraintes de réalisation sont tirées du modèle développé dans la [partie 2], elles partent du principe que toute configuration peut être modélisée à partir d'un repère orthonormé, les coordonnées de chaque objet pouvant alors être *interprétées* selon leur valeur sur le plan, (a, b et c) représentant les coordonnées de l'objet.

Localisation par rapport au point de référence que représente l'observateur face à une configuration :

$\forall a \in x ; \forall b \in y ; \forall c \in z$ , pour tout Objet dont les coordonnées sont (ax, by, cz) :

Droite si  $ax > 0$  et  $by < 0$  et  $cz \geq 0$ .

Droite si  $ax > 0$  et  $by \geq 0$  et  $cz \geq 0$ .

Gauche si  $ax < 0$  et  $by < 0$  et  $cz \geq 0$ .

Gauche si  $ax < 0$  et  $by > 0$  et  $cz \geq 0$ .

Devant si  $ax < 0$  et  $by \geq 0$  et  $cz \geq 0$ .

Devant si  $ax > 0$  et  $by \geq 0$  et  $cz \geq 0$ .

Derrière si  $ax < 0$  et  $by < 0$  et  $cz \geq 0$ .

Derrière si  $ax \geq 0$  et  $by < 0$  et  $cz \geq 0$ .

Sur si  $ax = 0$  et  $by = 0$  et  $cz > 0$ .

Sous si  $ax = 0$  et  $by = 0$  et  $cz < 0$ .

Localisation d'un objet par rapport à un autre objet, du point de vue de l'utilisateur :

Pour deux objets O1 (ax1, by1, cz1) et O2(ax2, by2, cz2) :

O1 à droite de O2 si  $ax1 > ax2$ , et  $bx1 \geq bx2$  et  $cz1 = cz2$

O1 à droite de O2 si  $ax1 > ax2$  et  $bx1 \leq bx2$  et  $cz1 = cz2$

O1 à gauche de O2 si  $ax1 < ax2$  et  $bx1 \leq bx2$  et  $cz1 = cz2$

O1 à gauche de O2 si  $ax1 < ax2$  et  $bx1 \geq bx2$  et  $cz1 = cz2$

O1 devant O2 si  $ax1 \geq ax2$  et  $bx1 > bx2$  et  $cz1 = cz2$

O1 devant O2 si  $ax1 \leq ax2$  et  $bx1 > bx2$  et  $cz1 = cz2$

<u>O1 derrière O2</u> si	$ax1 \geq ax2$ et $bx1 < bx2$ et $cz1 = cz2$
<u>O1 derrière O2</u> si	$ax1 \leq ax2$ et $bx1 < bx2$ et $cz1 = cz2$
<u>O1 sur O2</u> si	$ax1 = ax2$ et $bx1 = bx2$ et $cz1 > cz2$
<u>O1 sous O2</u> si	$ax1 = ax2$ et $bx1 = bx2$ et $cz1 < cz2$
<u>O1 à l'intérieur de O2</u> si	$ax1 = ax2$ et $bx1 = bx2$ et $cz1 > cz2$

Les textes suivants ont été choisis de manière à tester et illustrer le modèle développé dans la [partie 2]. Ils sont étudiés dans le [chapitre 8]. Leur caractéristique consiste à démontrer la difficulté qui est propre au langage naturel dans la prise en compte de l'aspect pragmatique.

### TEXTE 1

#### Extraits de l'énergie solaire, Que sais-je, n°1294

...

#### **Le chauffage de l'eau**

Dans le monde, les installations de chauffe-eau solaires se sont généralisées (au Japon, en Israël et en Australie). Il est en effet très facile, surtout dans les pays chauds, de chauffer l'eau avec des appareils très simples. Au Japon, par exemple, le chauffe-eau le plus répandu, en particulier dans les installations agricoles, est constitué d'une cuve noire recouverte d'un simple vitrage et isolées à l'extérieur avec des matériaux disponibles sur place. D'autres modèles sont en plastique : l'eau est contenue dans une poche de plastique qui présente un côté noir et un côté transparent laissant passer le rayonnement solaire ; l'appareil est en général placé sur un toit.

La tendance pour les pays tempérés est de faire du chauffe-eau solaire, tributaire des apports capricieux du rayonnement solaire, un appareil réchauffeur de l'eau extérieure, souvent très froide. On conserve ainsi un bon rendement de captage. Le complément en température (par exemple de 30 à 50°C) est fourni par un apport calorifique traditionnel (électricité, fuel, gaz). Il faut de toute manière remplir les creux des "pannes" de soleil.

...

**TEXTE 2**Extrait de Revue technique automobile, guide du contrôle technique  
OPEL CORSA A essence et Diesel

Sièges et banquettes

Sièges avant

Réglages

Réglage longitudinal

Soulever la poignée située sous l'avant du siège et relâcher la poignée et imprimer au siège un mouvement AV / AR pour assurer un blocage correct.

Réglage de l'inclinaison du dossier

A l'aide du bouton moleté disposé sur le côté intérieur de l'assise, soulager l'action du dos sur le dossier et tourner la molette jusqu'à la position désirée.

Accès aux portes arrière (modèle 3 portes)

Pour basculer les dossiers des sièges avant, soulever le levier disposé sur le côté extérieur de chaque dossier.

**BANQUETTE ARRIERE**

Agrandissement de la surface de chargement

La banquette arrière peut encore être rabattue vers l'avant.

Suspendre les boucles réceptrices des ceintures de sécurité après les boutons disposés à cet effet sur le dossier.

Tirer sur les poignées disposées au centre de l'assise. Si le véhicule est équipé de sièges AR séparés, chaque siège est muni d'une sangle. Pour rabattre le dossier, appuyer sur le bouton à chaque extrémité de la partie supérieure.

**TEXTE 3**

Extrait de : Honoré de Balzac, Le père Goriot

...

A la nuit tombante, la porte à claire-voie est remplacée par une porte pleine. Le jardinet, aussi large que la façade est longue, se trouve encaissé par le mur de la rue et par le mur mitoyen de la maison voisine, le long de laquelle pend un manteau de lierre qui la cache entièrement, et attire les yeux des passants par un effet pittoresque de Paris. Chacun de ces murs est tapissé d'espaliers et de vignes dont les fructifications grêles et poudreuses sont l'objet des craintes annuelles de Mme Vauquer et de ses conversations avec ses pensionnaires. Le long de chaque muraille, règne une étroite allée qui mène à un couvert de *tilleuls*, mot que Mme Vauquer, quoique née de Conflans, prononce obstinément *tieuilles*, malgré les observations grammaticales de ses hôtes. Entre les deux allées centrales est un carré d'artichauts flanqué d'arbres fruitiers en quenouille, et bordé d'oseille, de laitue ou de persil. Sous le couvert de tilleuls est plantée une table ronde peinte en vert, et entourée de sièges. Là, durant les jours caniculaires, les convives assez riches pour se permettre de prendre du café viennent le savourer par une chaleur capable de faire éclore des oeufs. La façade, élevée de trois étages et surmontée de mansardes, est bâtie en moellons et badigeonnée avec cette couleur jaune qui donne un caractère ignoble à presque toutes les maisons de Paris.

#### TEXTE 4

Extrait de Encyclopédie Wikipédia, : <http://fr.wikipedia.org>

**Moteur quatre temps** [essence](#), [alcool](#), [gaz](#) [[modifier](#)]

Cycle à quatre temps

Ces moteurs transforment l'énergie chimique stockée dans un [carburant](#) en [travail](#) (énergie mécanique) grâce à des [combustions](#) très rapides, d'où le terme d'*explosions*. Ils sont constitués d'un ou plusieurs [cylindres](#) confinant les combustions. Dans chaque cylindre, un [piston](#) coulisse en un mouvement rectiligne alternatif. Mouvement transformé en rotation, par l'intermédiaire d'une [bielle](#) liée au piston et à un [vilebrequin](#), sorte d'assemblage de manivelles sur un axe. Chaque cylindre est fermé par une [culasse](#) munie d'au moins deux [soupapes](#). L'une d'elle permet de relier le cylindre au collecteur d'[admission](#) et, l'autre au collecteur d'[échappement](#).

Son *cycle* (de fonctionnement) se décompose analytiquement en quatre *temps* ou (phases). Le mouvement du piston est initié par la combustion (augmentation du volume de gaz) d'un mélange de [carburant](#) et d'[air](#) ([comburant](#)) qui a lieu durant le *temps moteur*. C'est le seul temps à produire de l'énergie, les trois autres *temps* le rendent possible.

Le piston, se déplace durant le démarrage grâce à une source d'énergie externe (souvent un [démarrreur](#), [moteur électrique](#) couplé temporairement au vilebrequin) jusqu'à ce qu'au moins un temps moteur produise une force capable d'assurer les trois autres temps avant le prochain temps moteur. Le moteur fonctionne, dès lors, seul et produit un [couple](#) sur son arbre de sortie.

Voici une description des cycles successifs d'un moteur à quatre temps :

++**Admission** d'un mélange air/essence présent dans le collecteur d'admission préparé par divers composants (un [carburateur](#) ou un système d'injection indirect) : Ouverture de la soupape d'admission et descente du piston. Ce dernier *pompe* ainsi ce mélange dans le cylindre à une pression de **-0,1 a -0,3 bar**;

++**Compression** du mélange : Fermeture de la soupape d'admission, puis remontée du piston qui comprime le mélange jusqu'à **12 à 18 bars et 400 à 500 °C** dans la chambre de combustion;

++**Allumage, combustion** : Aux environs du [point mort haut](#)), moment où le piston atteint son point culminant, la [bougie d'allumage](#) produit une étincelle (connexion à un générateur d'électricité [haute tension](#)). La combustion rapide qui s'ensuit constitue le temps moteur, les gaz chauds à une **pression moyenne de 40 bars** repoussent le piston, initiant le mouvement;

++**Échappement** : Ouverture de la soupape d'échappement et remontée du piston qui chasse les gaz brûlés détendus dans l'échappement, laissant la place à une nouvelle *charge* de mélange.

Un nouveau cycle commence en **1**.

## TEXTE 5

Fiche conseil, tirée du site : [http://www.castorama.fr/conseils/fiches\\_conseils](http://www.castorama.fr/conseils/fiches_conseils)

Réaliser un cadre

La réalisation d'un encadrement nécessite des techniques de base simples qui, une fois maîtrisées, vous permettront de valoriser une lithographie, un poster, un tableau.

Par le jeu des formes, des volumes et des couleurs, vos objets prendront du relief ou de la profondeur. Les baguettes d'encadrement sont proposées dans un large choix de style,

### **A) Avant de commencer :**

#### **1) Quels produits choisir ?**

##### La baguette d'encadrement

Il existe un grand choix de baguettes d'encadrement de style, matière, forme et couleurs différentes.

Le choix de la baguette devra tenir compte de la profondeur de la feuillure qui est fonction de l'épaisseur du sujet à encadrer (et de la vitre éventuellement).

##### Le passe partout ou la Marie Louise

Facultatifs, on les ajoute pour donner de la profondeur à certaines gravures ou tableaux.

Le passe partout se place sous le verre du cadre. La Marie Louise est un cadre intérieur en bois ou recouvert de toile qui s'utilise pour l'encadrement des toiles sur châssis.

Ils peuvent être plus ou moins larges, selon l'effet souhaité. Leur couleur rappellera une des teintes présentes dans la gravure.

### **B) La découpe :**

#### **1) La prise de mesures :**

##### **Lexique :**

Paquet : ensemble des éléments contenus dans le cadre (vitre, passe-partout, sujet à encadrer, carton de fond).

- Mesurer les dimensions externes du sujet à encadrer ou du passe-partout s'il y en a un.
- Ajouter une marge d'environ 3 mm aux dimensions relevées. On obtient ainsi les mesures du paquet à fond de feuillure.

#### **2) Les découpes**

- Relever la mesure X de la baguette sans la feuillure.
- Longueur d'une baguette = longueur de la gravure ou du passe-partout + 3 mm + 2 x X
- Largeur d'une baguette = largeur de la gravure ou du passe-partout + 3 mm + 2 x X.

#### **Trucs et astuces :**

- Scier à l'extérieur du trait repère et non dessus.
- Bien immobiliser la baguette pendant le sciage.

Exemple :

Dimension de la gravure : 200 x 150 mm

Cote X de la moulure : 20 mm.

Largeur à découper :  $153 + 20 + 20 = 193$  mm

Longueur à découper :  $203 + 20 + 20 = 243$  mm.

- Placer la moulure dans la boîte à onglet, face décorative apparente et effectuer les coupes d'onglets avec une scie à dos à denture fine ou une scie à onglet.

#### **c) L'assemblage :**

- Placer les 4 éléments sur une surface plane après avoir enduit de colle vinylique leurs faces d'assemblage avec un pinceau fin.
- Assembler le cadre à l'aide d'une presse d'encadrement (presse à feuillard, à ruban, presse d'angle...).
- Retirer l'excédent éventuel de colle avec un chiffon. Renforcer l'assemblage à l'aide d'agrafes placées dans les angles au dos du cadre, il est possible d'utiliser de petites équerres clouées.
- Laisser sécher 24 heures bien à plat, puis ôter la presse.

#### **D) Le montage :**

- Placer le cadre, feuillure apparente et monter successivement :
  - la vitre (facultatif),
  - le passe partout ou la Marie-Louise (facultatifs),
  - le tableau ou la gravure,
  - la plaque de fond en carton ou contre-plaqué.
- Immobiliser l'ensemble à l'aide de petites pointes sans tête retournées ou à l'aide de tournettes de montage vissées dans le cadre

- Si la plaque de fond est maintenue par clouage, coller au dos du tableau une bande de papier kraft à cheval sur la plaque de fond et la baguette afin d'améliorer la rigidité de l'ensemble.

**E) La suspension :**

Il existe plusieurs systèmes d'attaches : attaches triangulaires laitonées à clouer, des anneaux à bélières, pitons à œil rond à fixer sur la moulure ou sur le contre-plaqué de fond.

Si le tableau est lourd, mettre en place deux attaches reliées entre elles par une cordelette.

Kit de suspension :

Il permet l'accrochage de cadres de formats différents à des hauteurs différentes.

Ce système préserve les tapisseries et tentures murales.

- Immobiliser l'ensemble à l'aide de petites pointes sans tête retournées ou à l'aide de tournettes de montage vissées dans le cadre.

**Trucs et astuces :**

Pour mettre en valeur vos cadres, prévoyez un éclairage sur chacun d'entre eux.

## TEXTE 6

Tiré du site : <http://www.cyberbricoleur.com/>

### Les fiches conseils

#### Fiches > Gros œuvre

#### Monter des piliers de portail en pierre reconstituée

Document rédigé par Hubert de Crécy, rédacteur en chef de la revue Système D

Photos Flo.s

Les boisseaux en pierre reconstituée permettent de réaliser des piliers de portail ou de clôture en une seule opération : structure et finition. Ils évitent ainsi la fastidieuse corvée de l'enduisage. Au prix d'un peu de rigueur, ils peuvent facilement être mis en oeuvre par une personne seule.

#### Les mesures

#### Les mesures

L'espacement entre les deux piliers est à surveiller avec la plus grande attention. En effet, pour monter votre portail, vous ne disposez au mieux que d'un à deux centimètres de marge ! Les portails à pentures offrent un peu plus de latitude, à condition que celles-ci ne soient pas posées d'origine par le fabricant !

Donc, relevez attentivement sur la notice de pose les dimensions exactes du tableau, et fabriquez-vous un gabarit en bois que vous utiliserez rang après rang lors du montage du second poteau. Une autre alternative, un peu plus contraignante mais plus efficace, consiste à brider le portail contre le premier pilier, et à monter le second en utilisant la menuiserie comme gabarit.

#### Fondations et armatures

La fondation doit comporter un seuil rigide reliant les deux piliers, et deux socles porteurs de section suffisante pour compenser le poids des vantaux. Tracez tout d'abord au sol, avec du plâtre en poudre, l'emplacement exact des deux piliers. Élargissez le traçage de manière à obtenir un carré de 50 x 50 cm. Creusez également sur 50 cm de profondeur. Réunissez les deux fouilles par une tranchée de 30 x 30 cm environ, qui constituera le seuil. Dans les fondations des piliers, disposez à la verticale un ferrailage (poutrelle) de 15 cm de section à 4 filants de diamètre 10 mm pliés en "L dans les 4 directions. Dans la tranchée du seuil, placez

une poutrelle de même section, en entrelaçant ses extrémités aux fers des piliers. Liez les filants au fil de fer, et étayez le tout solidement. Pour que le béton à venir puisse noyer intégralement la poutrelle horizontale, il est préférable de la faire reposer sur quelques chutes de parpaings ou autres gravats résistants (briques, tuiles, etc).

Coulez dans la fondation un béton dosé à 350 kg de ciment par mètre cube. Les bords de la fouille servent de coffrage, mais vous pouvez ajouter des planches solidement fixées si vous n'envisagez pas une chape de finition ou un revêtement. Laissez tirer le béton une semaine avant de monter les piliers.

Une fois les fouilles comblées, le premier boisseau est noyé dans la dalle palière. Ainsi, solidement enchâssé, il supportera les piliers sans faiblir. Une poutrelle métallique de 15 x 15 à 4 filants de diamètre 8 ou 10 mm est reliée à la longrine horizontale du seuil.

### **Soyez prévoyant**

**Aussi bien dans le seuil que dans les piliers, pensez à passer à l'avance les gaines pour l'interphone, l'automatisme de portail, éventuellement l'éclairage, etc. Après coup, il sera trop tard.**

Le montage des boisseaux

Ici, le premier boisseau a été noyé dans la dalle de sol. Parfaitement enchâssé, il offre ainsi une assise stable au pilier à venir. En revanche, il n'a pas été rempli de béton afin que la coulée soit d'un seul tenant à l'intérieur du poteau.

Le remplissage s'effectue, au seau, à mesure de l'élévation des boisseaux. Versez le béton à l'intérieur, et tassez avec un morceau de bois, mais en veillant à ne pas déplacer les éléments. En principe, ils comportent une feuillure d'emboîtement, mais ce "bouvetage" offre un jeu de quelques millimètres qui peut suffire à déséquilibrer le pilier si des vérifications soigneuses ne sont pas faites régulièrement.

Par sécurité, vous pouvez brider les boisseaux avec des planches et des serre-joints à pompe après avoir contrôlé l'aplomb au niveau à bulles. Attention, si la pierre reconstituée n'est pas parfaitement régulière (imitation de moellons taillés), de ne pas faire reposer la semelle du niveau sur une aspérité.

Dotés d'une feuillure, les boisseaux s'empilent avec une relative précision. Surveillez attentivement le niveau pour éviter les problèmes lors de la pose du portail.

Si un muret doit venir border l'une des faces du pilier, ouvrez à la meuleuse le flanc du boisseau correspondant à son chaînage horizontal, et placez des fers horizontaux en attente. De la sorte, vous pourrez liasonner les fers et rendre cohérente l'armature du pilier et celle de la clôture adjacente. D'ailleurs, il est préférable de monter les murets simultanément aux piliers.

### **Le béton**

Dosé à 350 kg de ciment par mètre cube, il ne doit pas être gâché trop liquide pour que l'eau ne s'écoule pas à travers les joints, ce qui tâcherait irrémédiablement le parement.

A mesure de l'élévation de boisseaux, remplissez-les de béton, en tassant avec un morceau de bois, mais en prenant garde de ne pas déplacer les éléments.

Les gaines qui alimenteront l'interphone, l'opérateur de portail ou l'éclairage sont passées à l'avance, et tirées en gardant une marge suffisante pour pouvoir effectuer les raccordements.

Le remplissage se réalise jusqu'au sommet. Là, lissez soigneusement à la truelle en prenant appui sur les bords des boisseaux pour préparer une surface parfaitement plane.

Après séchage du béton, mouillez le sommet du pilier et le chapeau (la couverture) pour que les matériaux n'absorbent pas prématurément l'eau du mortier-colle

Étalez à la lame crantée un mortier-colle pour plaquettes de parement sur le sommet du pilier. Placez la couverture et équilibrez-la en mesurant son débord avec un simple mètre-ruban.

## TEXTE 7

Extrait d'article tiré du site : <http://fr.ekopedia.fr>

Four solaire pour cuisson

### ***Pourquoi ?***

L'énergie solaire est immense, renouvelable et 100% écologique!

Dans le monde, les techniques utilisés pour la cuisson sont: l'électricité, le charbon, le bois, le gaz naturel. L'utilisation de chacune de ces énergies est plus ou moins néfaste pour l'environnement. Seule l'électricité est limitée (car il est possible de la produire de manière écologique). Quand au bois, même si c'est une énergie renouvelable, avec la vitesse à laquelle va la déforestation, il vaut mieux essayer de voir ailleurs.

### ***Histoire***

Le premier four solaire dont nous avons connaissance fut inventé par Horace de Saussure, un naturaliste suisse qui expérimenta déjà en 1767.

### ***Questions fréquentes***

#### **Pourquoi ne sont-ils pas utilisés par tout le monde?**

A cause de plusieurs facteurs. D'abord et surtout, la grande majorité de la population mondiale ne sait même pas qu'il est possible de cuire grâce au soleil. Quand ils en font la découverte, cela déclenche un enthousiasme presque universel, surtout dans les régions où il est difficile de trouver du bois pour la cuisson. Plusieurs conditions sont nécessaires pour mettre en place un four solaire de façon à ce que les gens pauvres puissent l'utiliser au quotidien. Les projets les mieux réussis sont ceux où le besoin était le plus grand, le temps le plus favorable, et où les promoteurs de cuisson solaire ont adopté une attitude de transition à long terme. Un exemple de ceci est le travail fourni par Solar Cookers International au camp de réfugiés Kakuma au Kenya.

#### **Pendant quelle période de l'année peut-on cuire?**

Dans les régions tropicales et dans le sud des Etats-Unis, il est possible de cuire toute l'année suivant le temps. Dans les régions aussi nordiques que le Canada il est possible de cuire dès que le ciel est clair, sauf pendant les trois mois les plus froids de l'année.

### **La température est-elle suffisante?**

Une température de 121°C est plus qu'assez pour toutes sortes de cuisson. Il faut se souvenir que l'eau n'atteint pas plus de 100°C (212°F). Donc une cuisson avec de la nourriture contenant de l'eau ne peut non plus atteindre une température plus élevée que celle-ci. Les livres de cuisine traditionnels mentionnent des températures plus élevées afin d'écourter le temps de cuisson et de brunir. La cuisson demande plus de temps dans la plupart des fours solaires, mais comme le soleil atteint directement le couvercle de la casserole, la nourriture brunit tout aussi bien que dans un four traditionnel.

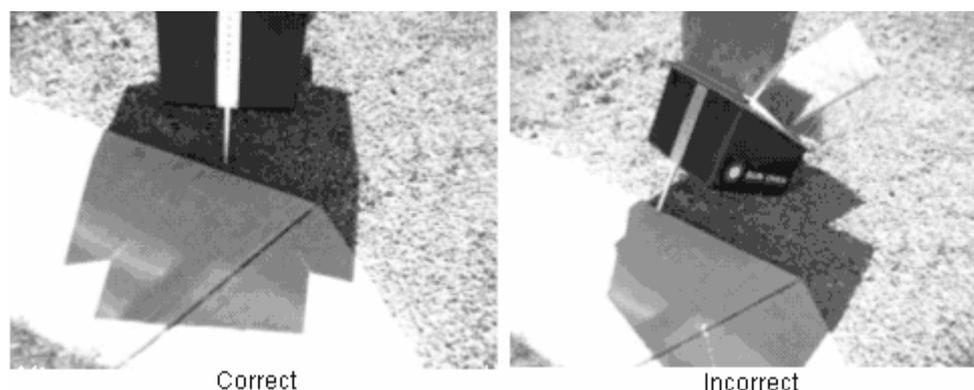
### ***Remarques générales***

- Un four solaire peut-être utilisé pendant presque 6 mois dans les pays nordiques et tout au long de l'année dans les zones tropicales.
- Les fours ne fonctionnent pas par temps nuageux, alors prévoyez des solutions alternatives.
- La cuisson de la nourriture prend habituellement deux fois plus de temps que dans un four conventionnel, donc pensez à placer la nourriture suffisamment tôt.
- Du fait que la cuisson dans un four solaire est une cuisson lente, l'aspect de la nourriture varie de celui obtenu avec un four conventionnel. Aussi, cette technique amène beaucoup moins de risque de brûlure.
- Attention aux brûlures lors de la manipulation des casseroles, plats et autres qui sont placés à l'intérieur du four. Même si le carton ou les bords du fours sont froids à l'intérieur c'est une fournaise.
- Ne pas utiliser de produits toxiques (ou qui peuvent le devenir en chauffant) pour la fabrication de votre four (colle, peinture, adhésif).
- Ne pas utiliser votre four solaire pour des aliments qui nécessitent des cuissons rapides ou à très haute température.
- Placer la nourriture dans des plat ou des pots de couleur sombre qui absorbent bien la chaleur. Les plats en aluminium chauffent aussi plus vite.

### ***Comment optimiser la température dans un four solaire***

Si votre four est mal positionné, la chaleur qu'il récupérera ne lui permettra pas de produire une cuisson correcte. La meilleure façon de vérifier si le four solaire est bien positionné est de surveiller l'ombre qu'il marque au sol.

Le mieux est de placer la fenêtre de votre four toujours le plus directement face au soleil vers le Sud. Cela demande un peu d'expérience au début de positionner correctement son four. Il ne faut pas se fier à la lumière dégagée par les réflecteurs. Le meilleur moyen est de surveiller l'ombre derrière le four. Elle doit être complètement égale à droite et à gauche.



Pour maintenir en permanence des températures élevées, il est important d'ajuster l'orientation du four toutes les 30 min environ. Mais ce n'est pas la peine d'en faire une fixation. Par exemple on peut mettre des surgelés le matin et les retrouver parfaitement cuits l'après-midi vers 16:00. Mais le mieux est de mettre des produits déjà prêts à cuire.

Dans les zones méditerranéennes les meilleures heures sont situées entre 10:00 et 15:30 l'été et entre 11:00 et 14:00 l'hiver.

### ***Angle du four par rapport au soleil***

Un four solaire devra être ajusté vers le haut ou vers le bas selon la période de l'année. C'est parce que l'angle du soleil avec la terre change d'environ 30 degrés entre le solstice d'hiver et le solstice d'été. La plupart des fours sont conçus pour être utilisés en été et doivent être surélevés à l'arrière pour être fonctionnels en hiver. A chaque fois il faut se fier à l'ombre qui doit être symétrique et la plus petit possible.

Qu'il soit de fabrication artisanale ou commerciale, Il faut s'habituer à utiliser un four solaire. Seuls le temps et l'expérience compteront et au début les échecs risquent d'être nombreux. Alors tant que vous ne maîtrisez pas tous les paramètres prévoyez des solutions de rechange si

vous le pouvez. C'est pourquoi, il est important de s'entraîner au four solaire dans les premiers temps et de terminer la cuisson dans un four traditionnel.

### ***Avant la première utilisation***

Il est primordial de faire chauffer votre four solaire seul avant sa première utilisation en cuisine. Ainsi la colle et les joints sécheront complètement à la chaleur. De plus une fois que le four est bien chaud enlever la plaque de plastique (ou de verre) pour faire partir toute trace d'humidité éventuelle et faire disparaître tout risque de moisissure. Placer un thermomètre dans la boîte intérieure du four lors de la première utilisation. Vérifiez la température toutes les demies heures. Au bout de la première demi-heure la température devrait atteindre 80°C (180°F.). Cela dépend évidemment du taux d'ensoleillement. Vers la fin de la première heure la température devrait avoisiner les 100°C (225°F.). Si la boîte intérieure du four n'atteint pas ces températures en plein jour par un beau soleil d'été, essayer de l'améliorer en vérifiant son isolation et ses joints.

### ***Astuce pour augmenter la diffusion de la chaleur***

En changeant la masse dans le four vous changerez le mode de restitution du four. Vous pouvez utiliser des briques (type briques réfractaires) pour augmenter la capacité de restitution de la chaleur du four. Cela est plus long à chauffer car il faut que les briques emmagasinent la chaleur, mais ensuite la chaleur baisse moins vite et est plus constante. Vérifiez d'abord que les briques vous laissent suffisamment de place dans le four pour placer la nourriture. Préchauffer les briques directement au soleil. Quand elles sont chaudes, mettez-les sous le fond noir de four. (Attention à ne pas vous brûler). Les briques diminuent également l'espace intérieur remontant la nourriture vers le haut ce qui réduit les ombres et permet à la nourriture de cuire de façon plus égale. Cette méthode nécessite du temps et convient bien aux plats qui doivent cuire très longtemps (ragoûts...)

## TEXTE 8

Recette tirée de du site : <http://www.linternaute.com/femmes/cuisine/>

Recette de cuisine : pièce montée

**Préparation** : 600mn

**Cuisson** : 10 mn

**Repos** : 1440 mn

**Temps total** : 2050 mn

**Difficulté** : Très difficile

**Pour 120 personnes :**

- sucre glace
- blancs d'oeufs
- citron
- feuilles de gélatine
- colorants alimentaires (du commerce ou naturels : café (pour le beige), jus de framboise, jus de fraise, jus de betterave (pour les rouges et les roses), curcuma (pour le jaune), jus d'épinards (pour le vert). Tous les jus doivent être concentrés par chauffage

**1/** Fabriquer le pastillage (pâte de sucre autodurcissante) il sert à réaliser des pièces de toutes sortes : fleurs, cathédrales, églises, tableaux, instruments de musique...

Ramollir 16 gr de gélatine (8 feuilles) - Egoutter cette gélatine et la fondre au bain marie, ajouter ensuite 60 gr d'eau, 20 gr de jus de citron et 1 kg de sucre glace - Le mélange se fait au batteur - Colorer dans la masse si nécessaire.

**2/** Faire une boule et l'étendre sur le plan de travail fleuré avec de la Maïzéna ou de la farine, à l'épaisseur d'1mm environ (un peu plus s'il doit servir de support).

Détailler ses pièces (s'aider éventuellement d'un gabarit ou d'un emporte-pièce comme ici pour des "demi-lunes") et laisser croûter le temps nécessaire (varie en fonction de l'épaisseur)  
 - Les différentes pièces sèches se collent avec du pastillage refondu au micro-onde ou de la glace royale - Il est préférable de le poncer pour avoir un beau fini.

**3/** Fabriquer la glace royale : Elle sert à masquer et décorer les supports ou les gâteaux.

Dans un saladier, mélanger 200 gr de blancs d'oeufs avec 10 gr de jus de citron et 1 kg de

sucre glace - Battre jusqu'à l'obtention d'un bec d'oiseau - Colorer si nécessaire de quelques gouttes de colorant.

**4/** Préparer ses supports : Faire des gabarits et découper du polystyrène de plusieurs épaisseurs (la découpe se fait au couteau électrique ou au cutter).

Coller les différents éléments avec de l'adhésif double face

**5/** Masquer les supports avec de la glace royale (à la spatule) et laisser croûter le temps nécessaire - Eventuellement, poser les décors de pastillage devant être collés - Le masquage à la glace royale et le collage de pastillage sur le polystyrène en renforce sensiblement la résistance. Laisser sécher le temps nécessaire.

**6/** Procéder au montage des différentes pièces - finir la décoration - Poser les fleurs (en sucre, en pâte d'amande, en chocolat plastique, ou naturelles) - Le cas échéant, poser les sujets (mariage, baptême, communiant (e), ou les gâteaux.

**Pour finir ...** Prévoir des étages démontables afin de faciliter le transport si la réception ne se fait pas sur le lieu de fabrication (le remontage se fait sur place, au moment).

**TEXTE 9**

Extrait issu du site : <http://www.pocketvox.com/do.city/1>

La rue Bourbon-le-Château

Percée vers 1610, cette rue menait, comme l'indique son nom, au château bourbon, autre appellation du palais abbatial construit pour ce Cardinal de Bourbon. Avançons jusqu'au numéro deux de la Rue Bourbon-le-Château.

En forçant la chance, essayons, malgré le digicode, d'entrer dans l'immeuble portant le numéro deux. Avancez jusqu'au fond du hall pour déboucher dans une cour circulaire entourée de hauts murs et de ferronneries. Cette perspective est très impressionnante, et rappelle un puit que l'on verrait à l'envers, au-dessus de soi vers le ciel, et non pas au-dessous vers la terre. La forme de cette tour a donné à l'immeuble le nom de maison-puit. L'ensemble date de la Restauration, au dix-neuvième siècle.

Retournons dans la Rue Bourbon-le-Château. Le numéro voisin, le numéro quatre, était autrefois l'emplacement de l'Hôtellerie de l'Écu, au dix-septième siècle. Le gîte était à dix sols, le souper à vingt, en revanche un cheval payait quarante sols par nuit.

## TEXTE 10

Extrait d'un article issu du site :

[http://www.elysee.fr/elysee/elysee.fr/francais/l\\_elysee\\_et\\_les\\_residences/l\\_histoire\\_du\\_palais\\_de\\_l\\_elysee/l\\_histoire\\_du\\_palais\\_de\\_l\\_elysee.21134.html](http://www.elysee.fr/elysee/elysee.fr/francais/l_elysee_et_les_residences/l_histoire_du_palais_de_l_elysee/l_histoire_du_palais_de_l_elysee.21134.html)

### **L'histoire du Palais de l'Elysée**

Au début du XVIIIème siècle, l'actuel faubourg saint-Honoré n'était encore qu'une plaine traversée de pâturages et de cultures maraîchères, et de quelques maisons au toit de chaume.

Entre la Grande Rue du faubourg saint-Honoré, simple chaussée menant au village du Roule, et le Grand Cours (Champs-Élysées), le neveu par alliance d'André Le Nôtre, l'architecte Armand-Claude Mollet, possédait un terrain qu'il vendit en 1718 à Henri-Louis de la Tour d'Auvergne, comte d'Evreux.

Le contrat de vente prévoyait qu'Armand-Claude Mollet serait chargé d'y construire un hôtel, destiné à la résidence du comte d'Evreux.

L'architecte, à la demande du comte, éleva l'hôtel entre cour (côté rue) et jardin (côté Champs Élysées), formant le point de départ du plan d'urbanisme du faubourg Saint-Honoré. Dès 1742, Pignol de la Force évoquait déjà ce quartier, qu'il considérait comme l'un des plus beaux de Paris.

Edifié et décoré entre 1718 et 1722, l'Hôtel fut aménagé selon les principes d'architecture en vogue à l'époque.

Il reste l'un des meilleurs exemples du modèle classique : un vestibule d'entrée situé dans l'axe de la Cour d'Honneur et des Jardins, un corps de logis double en profondeur, un Grand Appartement ou Appartement de Parade partagé en son milieu par un Grand Salon ouvert sur le jardin.

Par ailleurs, le bâtiment comprenait un corps central à trois degrés, et deux ailes en simple rez-de-chaussée : un Appartement des Bains à droite et un Petit Appartement (appartements privés) à gauche.

Une vaste cour arrondie s'ouvrait par un portail monumental à quatre colonnes ioniques, encadré par des murs aveugles surmontés d'une balustrade. Majestueuse, la Cour d'Honneur répondait au prestige que le comte d'Evreux souhaitait conférer à sa demeure. Elle était bordée de deux murs avec arcades en "défoncé" dissimulant les communs (écuries, cuisine, bûcher, remises...).

Un jardin à la française, avec son allée centrale dans l'axe de l'hôtel, ses parterres de broderies et ses allées de marronniers bordées de charmilles, complétaient plaisamment l'hôtel.

Cette ordonnance des lieux permettra toutes les adaptations souhaitées par les propriétaires successifs. D'importantes modifications seront réalisées selon la destination de l'édifice : hôtel particulier, demeure princière ou palais présidentiel, et au gré du goût des occupants et des modes.

Le décor des salons de réception, bien que modifié au cours des siècles, a conservé l'essentiel de son aspect d'origine. Ainsi, les boiseries du Grand Salon (Salon des Ambassadeurs) sculptées par Michel Lange d'après Hardouin-Mansard, les décors de la Seconde Antichambre (Salon des Aides de Camp), de la Chambre de Parade (Salon Pompadour) et du Salon des Portraits sont encore, pour la plus grande partie, d'origine et les transformations ultérieures n'en ont pas altéré le caractère.

A sa mort en 1753, le comte d'Evreux laissera un hôtel admiré de tous ses contemporains, y compris de Blondel qui appréciait "la plus belle maison de plaisance des environs de Paris".

Jeanne-Antoinette Poisson, marquise de Pompadour, soucieuse d'acquérir une demeure parisienne, l'acheta. L'assurance, son architecte favori, fut chargé de modifier l'ordonnance de la Chambre de Parade et d'aménager le premier étage. Le jardin fut remanié par l'introduction de portiques, de charmilles, de cascades, d'un labyrinthe et d'une grotte dorée.

A sa mort, la marquise légua la résidence à Louis XV.

D'abord mis à la disposition des Ambassadeurs extraordinaires séjournant à Paris, l'hôtel fut destiné, par décision royale du 14 août 1765, à la présentation des tableaux des Ports de France commandés par Louis XV à Joseph Vernet pour "les personnes curieuses et les amateurs de beaux arts".

Transformé provisoirement en Garde-Meuble de la Couronne en 1768, jusqu'à l'achèvement des bâtiments de Gabriel sur la Place Louis XV, l'hôtel d'Evreux fut vendu en 1773 au financier Nicolas Beaujon.

Propriétaire de l'hôtel jusqu'en août 1786, date à laquelle il le céda à Louis XVI sous réserve d'usufruit, Nicolas Beaujon modifia profondément la résidence. C'est notamment l'architecte Etienne-Louis Boullée qui fut chargé de ces transformations.

Il le chargea de prolonger l'aile des Petits Appartements vers les Champs-Élysées en retour d'équerre. L'actuel Salon d'Argent garde encore les proportions d'un boudoir décoré de glaces.

Une galerie longeant les salons des Petits Appartements permettait d'exposer la collection des tableaux du banquier grâce à un éclairage zénithal. Cette collection comptait des toiles remarquables dont *La Bohémienne* de Frantz Hals et *Les Ambassadeurs* de Holbein.

D'autres transformations notables ont été réalisées dans le Pavillon Central, l'alcôve de la Chambre de Parade sera transformée en hémicycle, la Salle d'Assemblée divisée, des décors en boiserie sculptés, et une serre installée dans une partie de l'Appartement des Bains.

Le jardin a été complètement transformé et aménagé à l'anglaise avec terrasses, bosquets, allées sinueuses et rivières aboutissant à un petit lac. Ces aménagements sont à l'origine du Parc actuel.

Les aménagements de Boullée et la collection de tableaux de Nicolas Beaujon firent de cette demeure l'"une des premières de Paris".

Louis XVI, comme son grand-père, affecta l'hôtel au séjour des Ambassadeurs extraordinaires à Paris, puis le vendit en 1787 à sa cousine, la duchesse de Bourbon. L'hôtel prit alors le nom de sa propriétaire "Hôtel de Bourbon". Pierre-Adrien Pâris modifia une partie de l'oeuvre de Boullée. La chambre de la Duchesse sera créée en partie sur la galerie des tableaux : c'est l'actuelle bibliothèque Napoléon III.

Pendant la Révolution et après l'arrestation de la duchesse en avril 1793, l'Hôtel de Bourbon connut plusieurs affectations.

En 1794, il accueillit la Commission de l'Envoi des lois et l'Imprimerie du Bulletin des Lois, puis fut transformé, quelques mois plus tard, en dépôt national de meubles provenant des saisies d'émigrés ou de condamnés.

Libérée en 1795, la duchesse de Bourbon put retrouver en janvier 1797 sa résidence parisienne. Pour subvenir à ses besoins, elle mit en location le rez-de-chaussée de l'hôtel et donna l'autorisation à son locataire, un négociant du nom d'Hovyn, d'organiser des bals populaires dans les salons et le jardin.

Le passage du public, de la cour vers les jardins, nécessita l'ouverture des deux arcades de part et d'autre de la porte du vestibule menant au Grand Salon.

C'est à cette époque que l'hôtel prit son nom d'Elysée par référence à la promenade toute proche.

Exilée en Espagne, la duchesse de Bourbon vendit l'hôtel aux enchères et les Hovyn se portèrent acquéreurs. Certaines parties de la demeure furent louées en appartement. C'est ainsi

que l'Élysée abrita le comte et la comtesse Léon de Vigny et leur quatrième fils, Alfred. La mode des fêtes et des bals passant, la fille d'Hovyn se vit contrainte à vendre l'hôtel en 1805 pour faire face à ses dettes.

Joaquim Murat, maréchal de France, prince d'Empire, se porta acquéreur. Soucieux de redonner tout son lustre à l'ancien hôtel d'Evreux, Murat confia la restauration des lieux et leur réaménagement à Barthélémy Vignon, futur auteur de la Madeleine, et Barthélémy Thibault. C'est à ces deux architectes que l'on doit la création du Grand Escalier, à gauche du Vestibule d'Honneur, et de la Galerie des Tableaux utilisée en salle de bal (actuel Salon Murat), par la réunion de la salle-à-manger Beaujon et de la chapelle voisine. Une Salle des Banquets fut également installée dans l'aile ouest.

Par ailleurs, l'aile des Petits Appartements devint l'appartement de Caroline Murat dont seule subsiste une pièce, le Salon d'Argent. Le premier étage du bâtiment central fut affecté au Prince selon les convenances, et le second étage à ses enfants, Caroline et Joaquim. Napoléon affectera plus tard cet étage à son fils le Roi de Rome. Nommé roi de Naples en 1808, Murat céda à l'Empereur l'ensemble de ses propriétés en France dont l'Élysée, qui prit le nom d'Élysée-Napoléon. Désormais son histoire sera liée à l'histoire de France.

L'Empereur y résida du 1<sup>er</sup> mars 1809 jusqu'à son départ pour la campagne d'Autriche, s'installant dans l'appartement de Caroline. Après avoir cédé cette demeure à Joséphine lors de son divorce, Napoléon reprit possession de l'Élysée en 1812, qui fut le témoin des dernières heures de l'Empire. Il a signé son abdication dans le boudoir d'Argent.

L'Élysée devint par la suite la demeure du tsar Alexandre durant l'occupation de Paris par les Alliés puis fut mis à la disposition du duc de Wellington en novembre 1815.

En 1816, l'Élysée entra définitivement dans les biens de la Couronne et Louis XVIII l'attribua à son neveu, le duc de Berry, à l'occasion du mariage de ce dernier avec Marie-Caroline de Bourbon-Siciles.

La Salle des Banquets fut transformée en Orangerie.

En 1820, Louis-Philippe prit possession du Palais qui devint, jusqu'en 1848, la résidence des hôtes étrangers de la France en visite à Paris.

Puis, pendant le gouvernement provisoire de la II<sup>ème</sup> République, le Palais prendra le nom d'"Élysée National", et les jardins seront ouverts au public. Le 12 décembre 1848, l'Assemblée nationale assignait par décret l'"Élysée National" comme Résidence du Président de la République.

Le prince-président Louis-Napoléon s'y installa le 20 décembre 1848, avant de disposer du Palais des Tuileries en 1852. En 1853, l'Élysée accueillit Eugénie de Montijo, fiancée de l'Empereur et Napoléon III décida de la rénovation complète du Palais par un nouvel architecte, Joseph-Eugène Lacroix. Les structures actuelles du Palais proviennent pour l'essentiel de cette époque, et l'ensemble de ces travaux, qui s'achevèrent en 1867, constituent les derniers grands aménagements.

Les travaux concernèrent successivement l'aile ouest bordant l'avenue Marigny, puis celle des salons de réception du rez-de-chaussée et enfin l'appartement du premier étage.

Par ailleurs, l'Empereur fit percer l'avenue de la Reine Hortense (actuelle rue de l'Élysée) et doubla la surface des petits appartements qui furent dotés d'un étage supplémentaire, sans affecter le Boudoir d'Argent.

Les salons de réception du Pavillon Central ont été dotés d'une seconde série de portes en enfilade. Le Salon du Conseil fut pourvu de dessus de porte aux portraits des souverains de l'Europe, succédant aux Muses de Mme de Pompadour et aux portraits de la famille impériale (actuel Salon des Portraits).

Le premier étage du Pavillon Central fut complètement redécoré. Jean-Louis Godon se vit confier la décoration du Grand Salon et de la Salle de Bains avec l'aide de Charles Chaplin.

Une nouvelle chapelle fut construite sur la cour d'honneur au rez-de-chaussée de l'aile Est, et une salle de bal commencée dans le prolongement du Salon Murat fut achevée pour le Maréchal Mac Mahon.

Le portail d'entrée fut sensiblement modifié pour être remplacé par une porte en forme d'arc de triomphe, et la façade donnant sur la rue du faubourg Saint-Honoré percée de fenêtres.

Pour l'Exposition Universelle de 1867, les travaux sont achevés et les souverains étrangers seront recus à l'Élysée : le Tsar Alexandre II, le Sultan de Turquie Abdul-Aziz et l'Empereur d'Autriche François - Joseph.

Après la chute de l'Empire, le Palais reprit le titre d'Élysée-National. Le Palais n'eut à subir aucun dommage pendant la Commune et Thiers, chef du pouvoir exécutif en février 1871 puis Président de la République en août, y fit quelques séjours. Son successeur, le maréchal Mac Mahon élu en mai 1873, s'installa définitivement à l'Élysée à partir de septembre 1874.

Le Palais de l'Élysée sera désormais la résidence officielle de tous les présidents de la République.

Des travaux s'avèreront nécessaires pour répondre aux exigences de la fonction présidentielle. La création de la Salle des Fêtes inaugurée en 1889, permettra de recevoir les festivités de l'Exposition Universelle.

Le palais présidentiel ne subira pas des transformations architecturales majeures pendant la IIIème République. Cependant, il se modernisera. Le téléphone, l'électricité, le chauffage central et le "confort moderne" y seront installés. Seuls, la distribution des pièces et leur ameublement varieront au gré des besoins et du goût de ses hôtes.

Fermé du 13 juin 1940 jusqu'en 1946, le Palais retrouvera sa fonction présidentielle avec Vincent Auriol. Sa présidence verra la suppression de la galerie des vestiaires et de l'hémicycle du Salon Pompadour. Des décorateurs contemporains, Arbus et Leleu, seront appelés pour décorer le premier étage du Pavillon Central.

La Vème République conservera l'Élysée comme palais présidentiel. La distribution des pièces en sera profondément modifiée pour répondre aux nouvelles exigences de la fonction présidentielle.

Les pièces du premier étage du Pavillon Central seront converties en bureaux. Le Salon Doré deviendra le bureau présidentiel, et les principaux collaborateurs du Président s'installeront dans l'ancien appartement d'Eugénie.

La salle du Conseil des Ministres sera déplacée du Salon des Portraits au rez-de-chaussée, au premier étage, dans l'ancienne salle à manger privée.

L'aile est sera affectée aux appartements, le premier étage réservé aux appartements privés et le rez- de- chaussée aux appartements semi-officiels.

Cette nouvelle distribution, qui correspond à la division traditionnelle des grandes demeures du XVIIIème siècle, sera maintenue par les successeurs du Général de Gaulle. La salle du Conseil des ministres déménagera néanmoins sous la présidence de Georges Pompidou au Salon Murat.

Par ailleurs, les appartements privés et semi-officiels seront aménagés au goût des chefs d'Etat et, comme sous la Présidence de Vincent Auriol, des créateurs contemporains appelés par Georges Pompidou et par François Mitterrand.

Largement transformé au cours des siècles, le Palais de l'Élysée garde cependant une grande cohérence architecturale.

Résidence du chef de l'Etat et siège de la Présidence, cet hôtel particulier est devenu un palais hautement symbolique de la République.

### TEXTE 11

Extrait d'un article tiré du site : <http://membres.lycos.fr/floreprotage/corbu/Corbu.html>

#### Cabanon de Le Corbusier

A Roquebrune-Cap Martin, un sentier longe la mer, sous la voie ferrée. Un portail minuscule, un escalier exigü et, en contrebas, un modeste cabanon enfoui sous la vigne. Seul le site est grandiose : un golfe superbe, des falaises abruptes et la mer à nos pieds. Vous êtes cependant dans un site historique car c'est là que se trouve le "cabanon de Le Corbusier", une oeuvre chère à tous les amateurs d'architecture moderne. D'ailleurs, la visite guidée du Cabanon, proposée par l'Office du Tourisme local, est devenu un must pour les étudiants en "archi" du monde entier. Les Japonais entre autres en sont très friands.

Le château ? Impossible de faire plus simple : sur une étroite bande de terre, face à la mer, trône une méchante baraque en planches avec une porte et une fenêtre, un point c'est tout. Cependant, aussi étrange que cela paraisse, le grand architecte mondialement connu sous le surnom de Le Corbusier est venu, durant 18 ans, tous les étés au mois d'août, en vacances dans un cabanon construit de ses mains sur le terrain modeste d'amis à lui, les Rebutato. Alors même que, le reste de l'année, il publiait des livres, inaugurait ses plus grands chantiers (Chandigarh en Inde ou la Cité Radieuse à Marseille), exposait ses peintures et donnait des conférences partout dans le monde ... avant d'être nommé Grand Officier de la Légion d'Honneur !

**TEXTE 12**

Extrait d'un article tiré du site : <http://www.peinturefle.ovh.org/lexique/description.htm>

Tableau : Bonaparte Premier Consul

Cette peinture a été réalisée par Ingres en 1804. Il s'agit d'un portrait de Napoléon Bonaparte. C'est une peinture figurative.

**DESCRIPTION DU TABLEAU**

Au premier plan, il y a un personnage debout. Il porte un pantalon et une veste rouges, et des bas blancs avec des chaussures noires. Il a une épée accrochée à la ceinture. De sa main droite, il montre un document écrit. La couleur blanche du "décret" s'oppose au noir de la nappe.

Au second plan, il y a un fauteuil de cuir, à moitié caché par le personnage pour symboliser un lieu de travail.

Au troisième plan se trouve une fenêtre ouverte encadrée par des rideaux vert sombre comme sur une scène de théâtre.

A l'arrière plan il y a une grande église.

**LA STRUCTURE DU TABLEAU**

Une ligne horizontale divise le tableau en deux parties (au niveau de la table et du fauteuil).

Le personnage trace une ligne verticale au milieu de la toile.

Le bras droit relie le décret à l'église en diagonale.

L'œil est attiré par le rouge des vêtements opposés au vert sombre du mur (couleur complémentaire).

**TEXTE 13**

Extrait d'un article tiré du site : <http://www.patrimoine-de-france.org/oeuvres/richesses-6-1876.html>

Description d'un autel

**Catégorie** : Menuiserie

**Edifice de conservation** : église

**Matériaux** : bois : taillé, doré

**Description** : La Cène est représentée sur toute la largeur de la table d'autel. La porte du tabernacle est ornée d'un Christ flagellé et couronné d'épines. Sur les faces latérales du retable, deux bas-reliefs représentant un saint et un évêque non identifiés. De chaque côté, une niche surmontée d'une coquille à l'intérieur desquelles se trouvent à droite un apôtre tenant un livre et à gauche un clerc tenant aussi un livre. Chaque niche est entourée de colonnes torses ornées de pampre et de guirlandes et surmontées d'un pot à feu. L'ornementation est complétée par quatre flambeaux en bois dorés à pieds triangulaires ornés d'un angelot sur chaque face. Une statue en bois doré de Sainte-Catherine, patronne de la paroisse, indépendante du retable, surmonte le tout.

**Dimensions** : la = 250

**Siècle** : 17e siècle

**Date protection** : 1968/05/07 : classé au titre objet

**Statut juridique** : propriété de la commune

**Type d'étude** : liste objets classés MH

**Copyright** : © Monuments historiques, 1993

**Référence** : PM47000096

**TEXTE 14**

Extrait d'article tiré du site : <http://www.big-annuaire.com/big-article-Ufologie-170.php>

*Nick Pope - Spécialiste des OVNI à Londres*

Nick Pope a dirigé de 1991 à 1993, le département 2A de l'Air Staff, au Ministère de la Défense Britannique, service qu'on a l'habitude d'appeler « le bureau des ovnis » et ce pour enquêter sur toutes les observations qui lui étaient signalées. Ces apparitions d'objets volants non identifiés – OVNI - ont principalement pour origine, les divers départements militaires, la Royal Air Force, les stations radars, ce qui leurs assurent le plus grand sérieux.

Nick Pope, actuellement « Senior Executive Officer » au sein du Ministère de la Défense Britannique, ce qui correspond au grade militaire de lieutenant Colonel, est bien placé pour parler du phénomène Ovni et de la position de la Grande Bretagne face à ce dossier. C'est, pour la première fois en France, à Paris, la ville qu'il a choisi pour donner une conférence au cours de laquelle il a l'intention de révéler quelques informations « top secrètes » sur le dossier brûlant des ovni, dans son pays.

Sceptique, lors de sa prise de fonction dans ce service, quant à la réalité de ce phénomène, il a rapidement changé d'avis lorsqu'il a été amené à enquêter sur des observations de premières importances qui résistaient à toutes ses tentatives d'explication.

Au cours de sa carrière, il a été profondément marqué par l'observation qui s'est déroulée à Rendlesham, qui présente tous les caractères souhaités quant à son authenticité. L'affaire s'est déroulée durant les nuits du 26 au 29 décembre 1980. Un groupe de soldats américains, de la très célèbre base de Bentwaters dans le Suffolk (Base américaine sur le sol britannique qui a un rôle important dans les lignes de défense de l'OTAN), ont observé et suivi un engin qui se déplaçait à travers la forêt de Rendlesham - Grande Bretagne - . Selon la description faite par ces soldats, l'engin semblait jouer à cache cache avec eux et même les survolait ! L'objet s'est posé à terre, dans une clairière, ce qui a permis aux militaires témoins d'en faire un dessin et une description précise. Des traces au sol ont été relevées. Ce phénomène a été observé à trois reprises, durant trois nuit consécutives. Au cours de la dernière nuit ou l'engin est apparu, un officier s'est rendu sur place avec un compteur geiger. Les résultats ont été précieusement enregistrés et un spécialiste les a analysés. Il a déclaré que ces relevés étaient 10 fois supérieurs à la normale ! Le radariste de Watton a vu quant à lui sur son écran, pendant trois ou quatre tours du faisceau, un « blip », juste à l'endroit où les militaires de Bentwaters étaient en train d'observer cet ovni dans le ciel.

Ce cas est classé, au Ministère de la Défense Britannique, dans la catégorie des observations de haute fiabilité et n'est toujours pas expliqué. Ce dossier, prouve à lui seul, que les OVNI sont bien présent en Angleterre, comme c'est le cas dans tous les états de notre planète.

Nick Pope est un spécialiste reconnu du dossier « ovni » en Grande Bretagne. Il compte évoquer lors de sa conférence à Paris, plusieurs enquêtes encore inconnues en France, qu'il a menée sur le terrain, dans le cadre de ses fonctions, sur des apparitions de phénomènes aériens non identifiés en Grande-Bretagne.

## TEXTE 15

Extrait d'article tiré du site : <http://perso.id-net.fr/~brolis/docs/reaction/turbo.html>

## Turboréacteur

La plupart des avions actuels sont propulsés par réaction. Seule cette méthode leur permet de dépasser les 900 km/h qui constituent la limite au delà de laquelle il n'est plus possible d'utiliser un système à hélices. Il existe de très nombreux types de propulsion par réaction, les quelques pages qui suivent s'efforcent d'en expliquer le principe de fonctionnement.

## Un réacteur très bruyant

Le turboréacteur a permis aux avions de dépasser les 900 km/h. C'est un type de propulseur de moins en moins utilisé au profit du turbofan moins bruyant et plus économique donc mieux adapté aux avions de ligne notamment.

Le premier avion à voler grâce au turboréacteur fut le Me 262 Swalbe allemand en 1944. Le Lockheed SR71 BlackBird est quand à lui l'avion à turboréacteurs le plus rapide ayant jamais volé, il était capable ( officiellement ) d'atteindre la vitesse de Mach 3,5 soit plus de 4000 km/h, un seul avion approche ces performances, il s'agit du Mig-25 Foxbat russe.

## Fonctionnement du turboréacteur

Le turboréacteur utilise un mode de fonctionnement relativement simple.

De grandes quantités d'air sont aspirées par un compresseur qui va graduellement augmenter sa pression (étages basse puis haute pression).

L'air comprimé est ensuite envoyé dans des chambres de combustion où il est mélangé à du kérosène de manière à constituer un mélange explosif.

Ce mélange, après combustion, produit une grande quantité de gaz chauds violemment éjectés vers l'arrière. Ces gaz entraînent simultanément une turbine (fonctionnant comme un moulin à vent) qui actionne elle même les compresseurs par le biais d'un axe central.

Pour démarrer un turboréacteur, il faut appliquer au compresseur une vitesse de rotation suffisante. Les premiers modèles étaient démarrés à l'aide d'une petite charge d'explosif (démarrage à cartouche), alors que les réacteurs modernes utilisent un moteur électrique très puissant.

## Postcombustion ou réchauffe

Généralement, un turboréacteur ne permet pas à un avion de passer le mur du son dans le mode de fonctionnement précédemment décrit. Pour dépasser Mach 1, il est en effet

nécessaire de disposer d'un surcroît de poussée. Cette poussée additionnelle est fournie par un dispositif particulier, la postcombustion.

#### Fonctionnement de la postcombustion

L'air rejeté après le dernier étage de la turbine contient encore une grande quantité de dioxygène, il est donc possible d'injecter du carburant supplémentaire à cet endroit grâce à une nouvelle série d'injecteurs. La puissance du turboréacteur peut ainsi être multipliée par deux alors que sa consommation en carburant est couramment quatre fois plus importante.

La postcombustion produit une flamme énorme en arrière du turboréacteur, génère un bruit effroyable et dégage des quantités importantes de chaleur.

#### Les dangers représentés par les oiseaux

Le turboréacteur, très vorace en air, a tendance à absorber tous ce qui passe à sa portée, notamment les oiseaux qui peuvent conduire à l'arrêt du moteur et au crash de l'avion. Les images ci-dessous décrivent mieux qu'un long discours les dommages infligés à des turboréacteurs lors d'impact avec des volatiles. La plupart de ces accidents ont eu lieu à basse altitude lors des phases de décollage ou d'atterrissage.

#### Le premier réacteur

Le moteur fusée est le premier réacteur mis au point. Il semble avoir été utilisé par les armées chinoises pendant le premier millénaire, son apparition en Europe est beaucoup plus tardive. Ce type de propulseur est aujourd'hui utilisé essentiellement sur les lanceurs de satellites et les missiles.

Une fusée utilise un mélange chimique appelé propergol, le propergol brûle sans utiliser l'oxygène de l'air et produit une grande quantité de gaz chauds utilisés pour la propulsion. Il existe principalement deux types de fusée, les fusées à propergol liquide et les fusées à propergol solide. Les premières sont essentiellement destinées aux engins de petites tailles et aux accélérateurs de véhicules spatiaux (boosters) alors que les secondes sont utilisées sur des engins plus imposants.

#### Fonctionnement de la fusée à propergol solide

La fusée se présente comme un conteneur creux contenant une certaine quantité de propergol sous forme solide ou pulvérulente (poudre) assimilable à un explosif. Ce propergol est brûlé dans une tuyère, une grande quantité de gaz chauds qui sont éjectés avec force vers l'arrière de la fusée entraînant sa propulsion vers l'avant.

Très fiable, ne posant pas de problème de stockage et de mise en oeuvre, ce type de fusée est très utilisé sur les petits engins. De très nombreux types de propergol sont employés depuis la poudre noire jusqu'au mélange perchlorate d'ammonium / aluminium des boosters la navette spatiale ou d'Ariane 5 en passant par les poudres nitrocellulosiques fabriquées à partir de coton...

Les fusées de feux d'artifices fonctionnent également selon ce principe.

Fonctionnement de la fusée à propergol liquide

Ce type de moteur utilise non pas un propergol simple mais un comburant et un carburant distincts et stockés indépendamment dans deux réservoirs. Le comburant peut par exemple être du dioxygène liquide, le carburant du dihydrogène liquide. Les comburants et carburants sont aspirés par des pompes à haute pression et injectés dans une chambre de combustion où ils sont brûlés. Ils produisent ainsi une grande quantité de gaz chauds éjectés par la tuyère.

**TEXTE 16**

Texte tiré du site : <http://www.reveenjoie-poesie.com/enfants.php#harengsaur>

Jacques PREVERT, in Paroles 1949.

Le hareng saur

A Guy

Il était un grand mur blanc - nu, nu, nu,  
Contre le mur une échelle - haute, haute, haute,  
Et, par terre, un hareng saur - sec, sec, sec.

Il vient, tenant dans ses mains - sales, sales, sales,  
Un marteau lourd, un grand clou - pointu, pointu, pointu,  
Un peloton de ficelle - gros, gros, gros.

Alors il monte à l'échelle - haute, haute, haute,  
Et plante le clou pointu - toc, toc, toc,  
Tout en haut du grand mur blanc - nu, nu, nu.

Il laisse aller le marteau - qui tombe, qui tombe, qui tombe,  
Attache au clou la ficelle - longue, longue, longue,  
Et, au bout, le hareng saur - sec, sec, sec.

Il redescend de l'échelle - haute, haute, haute,  
L'emporte avec le marteau - lourd, lourd, lourd,  
Et puis, il s'en va ailleurs - loin, loin, loin.

Et, depuis, le hareng saur - sec, sec, sec,  
Au bout de cette ficelle - longue, longue, longue,  
Très lentement se balance - toujours, toujours, toujours.

J'ai composé cette histoire - simple, simple, simple,  
Pour mettre en fureur les gens - graves, graves, graves,  
Et amuser les enfants - petits, petits, petits.

Ce programme est développé en langage python. Python est un langage objet, dérivé de C++, dont la syntaxe est largement simplifiée : les parenthèses, les accolades sont remplacées par des indentations. Du fait de son développement *open sources*, il est facile d'importer de nombreuses bibliothèques très riches, ce qui simplifie grandement le code. Pour notre part, nous utilisons les bibliothèques relatives aux traitements sur les chaînes de caractères, et la bibliothèque native Tkinter, pour tout ce qui concerne le graphisme. Le programme en lui-même fonctionne de la manière suivante :

Sont codées sous forme de listes toutes les connaissances lexicales, ce qui permet une plus grande liberté pour les organiser en fonction du monde de référence, et facilite grandement leur utilisation au sein des fonctions d'appel.

Le module de dialogue est intégré dans un objet graphique (une frame), permettent une interactivité avec l'utilisateur. Les événements sont commandés par des boutons : la commande utilisateur (entrée de texte) doit être validée par un bouton qui permet l'appel de la fonction de traitement.

Les autres objets sont les briques et le robot, manipulés au moyen de la commande utilisateur (module de dialogue), en fonction de l'identification de la représentation de la requête.

La base de connaissances lexicales contient toutes les données relatives signaux d'entrées, et de sorties.

Les règles de localisation sont directement puisées dans [Annexes A], elles constituent le moteur qui permet de ramener des distances, des intervalles non mesurés en coordonnées parfaitement interprétables par le système.

```
#####
```

```
## 1. BASE DE CONNAISSANCES LEXICALES ##
```

```
#####
```

```
# lex100 lexique grammatical
```

```
lex101=['quelle']
```

```
lex102=['où']
```

```
lex103=['comment']
```

```
lex104=['que']
```

```
lex105=['le']
lex106=['la']
lex107=['que']
lex108=['et']
lex109=['est']
# prep100
prep101=['de']
prep102=['d\']
prep103=['des']
#
prep105=['à ']
prep106=['au']
#
prep107=['en']
prep108=['sur']
prep109=['vers']
prep110=['sous']
prep111=['par']
prep112=['entre']
prep113=['devant']
prep114=['derrière']
prep115=['dessus']
prep116=['dessous']
prep117=['avec']
# ste100 --verbes INFINITIF
ste101=['aller']
```

ste102=['atteindre']  
ste103=['attraper']  
ste104=['avancer']  
ste105=['bouger']  
ste106=['chercher']  
ste107=['coller']  
ste108=['contourner']  
ste109=['dépasser']  
ste110=['déplacer']  
ste111=['déposer']  
ste112=['empiler']  
ste113=['empoigner']  
ste114=['installer']  
ste115=['inverser']  
ste116=['mettre']  
ste117=['passer']  
ste118=['pivoter']  
ste119=['placer']  
ste120=['porter']  
ste121=['poser']  
ste122=['prendre']  
ste123=['progresser']  
ste124=['ramasser']  
ste125=['reculer']  
ste126=['remettre']  
ste127=['replacer']

ste128=['retourner']  
ste129=['se retourner']  
ste129a=['te retourner']  
ste130=['réunir']  
ste131=['saisir']  
ste132=['se diriger']  
ste132a=['te diriger']  
ste133=['soulever']  
ste134=['tirer']  
ste135=['tourner']  
ste136=['transporter']

**# ste200 verbes IMPERATIF**

ste201=['va']  
ste202=['atteins']  
ste203=['attrape']  
ste204=['avance']  
ste205=['bouge']  
ste206=['cherche']  
ste207=['colle']  
ste208=['contourne']  
ste209=['dépasse']  
ste210=['déplace']  
ste211=['dépose']  
ste212=['empile']  
ste213=['empoigne']  
ste214=['installe']

```
ste215=['inverse']
ste216=['mets']
ste217=['passe']
ste218=['pivote']
ste219=['place']
ste220=['porte']
ste221=['pose']
ste222=['prends']
ste223=['progresse']
ste224=['ramasse']
ste225=['recule']
ste226=['remets']
ste227=['replace']
ste228=['retourne']
ste229=['retournes-toi']
ste230=['réunis']
ste231=['saisis']
ste232=['diriges-toi']
ste233=['souleve']
ste234=['tire']
ste235=['tourne']
ste236=['transporte']
# ste300 verbes PRESENT
ste301=['tu vas']
ste302=['tu atteins']
ste303=['tu attrapes']
```

ste304=['tu avances']  
ste305=['tu bouges']  
ste306=['tu cherches']  
ste307=['tu colles']  
ste308=['tu contournes']  
ste309=['tu dépasses']  
ste310=['tu déplaces']  
ste311=['tu déposes']  
ste312=['tu empiles']  
ste313=['tu empoignes']  
ste314=['tu installes']  
ste315=['tu inverses']  
ste316=['tu mets']  
ste317=['tu passes']  
ste318=['tu pivotes']  
ste319=['tu places']  
ste320=['tu portes']  
ste321=['tu poses']  
ste322=['tu prends']  
ste323=['tu progresses']  
ste324=['tu ramasses']  
ste325=['tu recules']  
ste326=['tu remets']  
ste327=['tu remplaces']  
ste328=['tu retournes']  
ste329=['tu te retournes']

ste330=['tu réunis']

ste331=['tu saisis']

ste332=['tu te diriges']

ste333=['tu souleves']

ste334=['tu tires']

ste335=['tu tournes']

ste336=['tu transportes']

**# stea100 aller**

stea100=['aller']

**# ste400 aller + verbe infinitif**

ste401=stea100+ste102      *#aller atteindre*

ste402=stea100+ste103      *#aller attraper*

ste403=stea100+ste104      *#aller avancer*

ste404=stea100+ste105      *#aller bouger*

ste405=stea100+ste106      *#aller chercher*

ste406=stea100+ste107      *#aller coller*

ste407=stea100+ste108      *#aller contourner*

ste408=stea100+ste109      *#aller dépasser*

ste409=stea100+ste110      *#aller déplacer*

ste410=stea100+ste111      *#aller déposer*

ste411=stea100+ste112      *#aller empiler*

ste412=stea100+ste113      *#aller empoigner*

ste413=stea100+ste114      *#aller installer*

ste414=stea100+ste115      *#aller inverser*

ste415=stea100+ste116      *#aller mettre*

ste416=stea100+ste117      *#aller passer*

ste417=stea100+ste118	<i>#aller pivoter</i>
ste418=stea100+ste119	<i>#aller placer</i>
ste419=stea100+ste120	<i>#aller porter</i>
ste420=stea100+ste121	<i>#aller poser</i>
ste421=stea100+ste122	<i>#aller prendre</i>
ste422=stea100+ste123	<i>#aller progresser</i>
ste423=stea100+ste124	<i>#aller ramasser</i>
ste424=stea100+ste125	<i>#aller reculer</i>
ste425=stea100+ste126	<i>#aller remettre</i>
ste426=stea100+ste127	<i>#aller remplacer</i>
ste427=stea100+ste128	<i>#aller retourner</i>
ste428=stea100+ste129	<i>#aller se retourner</i>
ste429=stea100+ste130	<i>#aller réunir</i>
ste430=stea100+ste131	<i>#aller saisir</i>
ste431=stea100+ste132	<i>#aller se diriger</i>
ste432=stea100+ste133	<i>#aller soulever</i>
ste433=stea100+ste134	<i>#aller tirer</i>
ste434=stea100+ste135	<i>#aller tourner</i>
ste435=stea100+ste136	<i>#aller transporter</i>

**#tu vas#**

stea200=['tu vas']

**#ste500 tu vas + verbe infinitif**

ste501=stea200+ste102	<i>#tu vas atteindre</i>
ste502=stea200+ste103	<i>#tu vas attraper</i>
ste503=stea200+ste104	<i>#tu vas avancer</i>
ste504=stea200+ste105	<i>#tu vas bouger</i>

ste505=stea200+ste106	<i>#tu vas chercher</i>
ste506=stea200+ste107	<i>#tu vas coller</i>
ste507=stea200+ste108	<i>#tu vas contourner</i>
ste508=stea200+ste109	<i>#tu vas dépasser</i>
ste509=stea200+ste110	<i>#tu vas déplacer</i>
ste510=stea200+ste111	<i>#tu vas déposer</i>
ste511=stea200+ste112	<i>#tu vas empiler</i>
ste512=stea200+ste113	<i>#tu vas empoigner</i>
ste513=stea200+ste114	<i>#tu vas installer</i>
ste514=stea200+ste115	<i>#tu vas inverser</i>
ste515=stea200+ste116	<i>#tu vas mettre</i>
ste516=stea200+ste117	<i>#tu vas passer</i>
ste517=stea200+ste118	<i>#tu vas pivoter</i>
ste518=stea200+ste119	<i>#tu vas placer</i>
ste519=stea200+ste120	<i>#tu vas porter</i>
ste520=stea200+ste121	<i>#tu vas poser</i>
ste521=stea200+ste122	<i>#tu vas prendre</i>
ste522=stea200+ste123	<i>#tu vas progresser</i>
ste523=stea200+ste124	<i>#tu vas ramasser</i>
ste524=stea200+ste125	<i>#tu vas reculer</i>
ste525=stea200+ste126	<i>#tu vas remettre</i>
ste526=stea200+ste127	<i>#tu vas remplacer</i>
ste527=stea200+ste128	<i>#tu vas retourner</i>
ste528=stea200+ste129a	<i>#tu vas te retourner</i>
ste529=stea200+ste130	<i>#tu vas réunir</i>
ste530=stea200+ste131	<i>#tu vas saisir</i>

ste531=stea200+ste132a	<i>#tu vas te diriger</i>
ste532=stea200+ste133	<i>#tu vas soulever</i>
ste533=stea200+ste134	<i>#tu vas tirer</i>
ste534=stea200+ste135	<i>#tu vas tourner</i>
ste535=stea200+ste136	<i>#tu vas transporter</i>

**#stea600 va #**

stea300=['va']

**#ste600 va + verbe infinitif**

ste601=stea300+ste102	<i>#va atteindre</i>
ste602=stea300+ste103	<i>#va attraper</i>
ste603=stea300+ste104	<i>#va avancer</i>
ste604=stea300+ste105	<i>#va bouger</i>
ste605=stea300+ste106	<i>#va chercher</i>
ste606=stea300+ste107	<i>#va coller</i>
ste607=stea300+ste108	<i>#va contourner</i>
ste608=stea300+ste109	<i>#va dépasser</i>
ste609=stea300+ste110	<i>#va déplacer</i>
ste610=stea300+ste111	<i>#va déposer</i>
ste611=stea300+ste112	<i>#va empiler</i>
ste612=stea300+ste113	<i>#va empoigner</i>
ste613=stea300+ste114	<i>#va installer</i>
ste614=stea300+ste115	<i>#va inverser</i>
ste615=stea300+ste116	<i>#va mettre</i>
ste616=stea300+ste117	<i>#va passer</i>
ste617=stea300+ste118	<i>#va pivoter</i>
ste618=stea300+ste119	<i>#va placer</i>

ste619=stea300+ste120	<i>#va porter</i>
ste620=stea300+ste121	<i>#va poser</i>
ste621=stea300+ste122	<i>#va prendre</i>
ste622=stea300+ste123	<i>#va progresser</i>
ste623=stea300+ste124	<i>#va ramasser</i>
ste624=stea300+ste125	<i>#va reculer</i>
ste625=stea300+ste126	<i>#va remettre</i>
ste626=stea300+ste127	<i>#va remplacer</i>
ste627=stea300+ste128	<i>#va retourner</i>
ste628=stea300+ste129a	<i>#va te retourner</i>
ste629=stea300+ste130	<i>#va réunir</i>
ste630=stea300+ste131	<i>#va saisir</i>
ste631=stea300+ste132a	<i>#va te diriger</i>
ste632=stea300+ste133	<i>#va soulever</i>
ste633=stea300+ste134	<i>#va tirer</i>
ste634=stea300+ste135	<i>#va tourner</i>
ste635=stea300+ste136	<i>#va transporter</i>

### **# ste700 verbe PASSE COMPOSE**

ste701=['tu es allé']  
 ste702=['tu as atteint']  
 ste703=['tu as attrapé']  
 ste704=['tu as avancé']  
 ste705=['tu as bougé']  
 ste706=['tu es allé chercher']  
 ste707=['tu colles']  
 ste708=['tu as contourné']

ste709=['tu as dépassé']  
ste710=['tu as déplacé']  
ste711=['tu as déposé']  
ste712=['tu as empilé']  
ste713=['tu as empoigné']  
ste714=['tu as installé']  
ste715=['tu as inversé']  
ste716=['tu as mis']  
ste717=['tu es passé']  
ste718=['tu as pivoté']  
ste719=['tu as placé']  
ste719a=['tu es placé']  
ste720=['tu as porté']  
ste721=['tu as posé']  
ste722=['tu as pris']  
ste723=['tu as progressé']  
ste724=['tu as ramassé']  
ste725=['tu as reculé']  
ste726=['tu as remis']  
ste727=['tu as remplacé']  
ste728=['tu as retourné']  
ste729=['tu t'es retourné']  
ste730=['tu as réuni']  
ste731=['tu saisis']  
ste732=['tu te diriges']  
ste733=['tu souleves']

ste734=['tu tires']

ste735=['tu tournes']

ste736=['tu transportes']

**# *steb100* verbe communication INFINITIF**

steb101=['donner']

steb102=['dire']

steb103=['décrire']

steb104=['exposer']

steb105=['indiquer']

steb106=['présenter']

**# *steb200* verbe communication IMPERATIF**

steb201=['me donner']

steb202=['donne-moi']

steb203=['me dire']

steb204=['dis-moi']

steb205=['me décrire']

steb206=['décris-moi']

steb207=['m\'exposer']

steb208=['expose-moi']

steb209=['m\'indiquer']

steb210=['indique-moi']

steb211=['me présenter']

steb212=['présente\_moi']

**# *coul100* couleurs des briques**

coul101=['blanche']

coul102=['bleue']

coul103=['grise']

coul104=['jaune']

coul105=['marron']

coul106=['rouge']

coul107=['verte']

coul108=['violette']

**# obj100 la brique**

obj100=['la brique']

**# obj200 brique + coul100**

obj201=obj100+coul101      *#la brique blanche*

obj202=obj100+coul102      *#la brique bleue*

obj203=obj100+coul103      *#la brique grise*

obj204=obj100+coul104      *#la brique jaune*

obj205=obj100+coul105      *#la brique marron*

obj206=obj100+coul106      *#la brique rouge*

obj207=obj100+coul107      *#la brique verte*

obj208=obj100+coul108      *#la brique violette*

obj209=['les briques']

**# obj400 la + couleur**

obj401=lex106+coul101      *#la blanche*

obj402=lex106+coul102      *#la bleue*

obj403=lex106+coul103      *#la grise*

obj404=lex106+coul104      *#la jaune*

obj405=lex106+coul105      *#la marron*

obj406=lex106+coul106      *#la rouge*

obj407=lex106+coul107      *#la verte*

```
obj408=lex106+coul108      #la violette
```

```
# conf100 la configuration
```

```
conf101=['configuration produite']
```

```
conf102=['la configuration']
```

```
conf103=['la nouvelle configuration']
```

```
conf104=['la représentation']
```

```
conf105=['la représentation produite']
```

```
conf106=['la nouvelle représentation']
```

```
conf107=['\nactuelle représentation spatiale']
```

```
# loc100 liste des localisations
```

```
loc101=['droite']
```

```
loc102=['gauche']
```

```
loc103=['centre']
```

```
loc104=['milieu']
```

```
loc105=['devant']
```

```
loc106=['derrière']
```

```
loc107=['\n'arrière']
```

```
loc108=['côté']
```

```
loc109=['dessus']
```

```
loc110=['dessous']
```

```
loc111=['haut']
```

```
loc112=['bas']
```

```
loc113=['bord']
```

```
loc114=['sud']
```

```
loc115=['nord']
```

```
loc116=['\n'est']
```

loc117=['\l'ouest']

loc118=['proximité']

loc119=['long']

loc120=['voisinage']

loc121=['direction']

loc122=['ras']

loc123=['amont']

loc124=['aval']

loc125=['niveau']

loc126=['\l'avant']

### **# loc200 structures de localisation**

loc201=prep105+loc101                   #à droite

loc202=prep105+loc101+prep101       #à droite de

loc203=prep105+loc101+prep102       #à droite d'

loc204=prep105+loc101+prep103       #à droite des

#

loc205=prep105+loc102                #à gauche

loc206=prep105+loc102+prep101       #à gauche de

loc207=prep105+loc102+prep102       #à gauche d'

loc208=prep105+loc102+prep103       #à gauche des

#

loc209=prep106+loc101                #au centre

loc210=prep106+loc101+prep101       #au centre de

loc211=prep106+loc101+prep102       #au centre d'

loc212=prep106+loc101+prep103       #au centre des

#

```

loc213=['au-devant']
loc214=loc213+prep101      #au-devant de
loc215=loc213+prep102      #au-devant d'
loc216=loc214+prep103      #au-devant des
#
loc214=prep106+loc104      #au milieu
loc215=prep106+loc104+prep101 #au milieu de
loc216=prep106+loc104+prep102 #au milieu d'
loc217=prep106+loc104+prep103 #au milieu des
#
loc218=['à l'arrière']
loc219=loc218+prep101      #à l'arrière de
loc220=loc218+prep102      #à l'arrière d'
loc221=loc218+prep103      #à l'arrière des
#
loc222=prep105+loc108      #à côté
loc223=prep105+loc108+prep101 #à côté de
loc224=prep105+loc108+prep102 #à côté d'
loc225=prep105+loc108+prep103 #à côté des
#
loc226=['au-dessus']
loc227=loc226+prep101      #au-dessus de
loc228=loc226+prep102      #au-dessus d'
loc229=loc226+prep103      #au-dessus des
#
loc230=['au-dessous']

```

loc231=loc230+prep101	<i>#au-dessous de</i>
loc232=loc230+prep102	<i>#au-dessous d'</i>
loc233=loc230+prep103	<i>#au-dessous des</i>
#	
loc234=prep107+loc111	<i>#en haut</i>
loc235=prep107+loc111+prep101	<i>#en haut de</i>
loc236=prep107+loc111+prep102	<i>#en haut d'</i>
loc237=prep107+loc111+prep103	<i>#en haut des</i>
#	
loc238=prep107+loc112	<i>#en bas</i>
loc239=prep107+loc112+prep101	<i>#en bas de</i>
loc240=prep107+loc112+prep102	<i>#en bas d'</i>
loc241=prep107+loc112+prep103	<i>#en bas des</i>
#	
loc242=prep106+loc113	<i>#au bord</i>
loc243=prep106+loc113+prep101	<i>#au bord de</i>
loc244=prep106+loc113+prep102	<i>#au bord d'</i>
loc245=prep106+loc113+prep103	<i>#au bord des</i>
#	
loc246=prep106+loc114	<i>#au sud</i>
loc247=prep106+loc114+prep101	<i>#au sud de</i>
loc248=prep106+loc114+prep102	<i>#au sud d'</i>
loc249=prep106+loc114+prep103	<i>#au sud des</i>
#	
loc250=prep106+loc115	<i>#au nord</i>
loc251=prep106+loc115+prep101	<i>#au nord de</i>

```

loc252=prep106+loc115+prep102    #au nord d'
loc253=prep106+loc115+prep103    #au nord des
#
loc254=prep105+loc116            #à l'est
loc255=prep105+loc116+prep101    #à l'est de
loc256=prep105+loc116+prep102    #à l'est d'
loc257=prep105+loc116+prep103    #à l'est des
#
loc258=prep105+loc117            #à l'ouest
loc259=prep105+loc117+prep101    #à l'ouest de
loc260=prep105+loc117+prep102    #à l'ouest d'
loc261=prep105+loc117+prep103    #à l'ouest des
#
loc262=['côte à côte']
#
loc263=prep105+loc118            #à proximité
loc264=prep105+loc118+prep101    #à proximité de
loc265=prep105+loc118+prep102    #à proximité d'
loc266=prep105+loc118+prep103    #à proximité des
#
loc267=lex105+loc119            #le long
loc268=lex105+loc119+prep101    #le long de
loc269=lex105+loc119+prep102    #le long d'
loc270=lex105+loc119+prep103    #le long des
#
loc271=prep106+loc120+prep101    #au voisinage de

```

```

loc272=prep106+loc120+prep102    #au voisinage d'
loc273=prep106+loc120+prep103    #au voisinage des
#
loc274=prep107+loc121+prep101    #en direction de
loc275=prep107+loc121+prep102    #en direction d'
loc276=prep107+loc121+prep103    #en direction des
#
loc277=prep106+loc122            #au ras
loc278=prep106+loc122+prep101    #au ras de
loc279=prep106+loc122+prep102    #au ras d'
loc280=prep106+loc122+prep103    #au ras des
#
loc281=prep107+loc123            #en amont
loc282=prep107+loc123+prep101    #en amont de
loc283=prep107+loc123+prep102    #en amont d'
loc284=prep107+loc123+prep103    #en amont des
#
loc285=prep107+loc124            #en aval
loc286=prep107+loc124+prep101    #en aval de
loc287=prep107+loc124+prep102    #en aval d'
loc288=prep107+loc124+prep103    #en aval des
#
loc289=prep106+loc125+prep101    #au niveau de
loc290=prep106+loc125+prep102    #au niveau d'
loc291=prep106+loc125+prep103    #au niveau des
#

```

loc291=prep105+loc126+prep101      #à l'avant de  
 loc292=prep105+loc126+prep102      #à l'avant d'  
 loc293=prep105+loc126+prep103      #à l'avant des

#

loc294=['à la place de']

### **#loc300 nominalisation des localisations**

loc301=['la droite']

loc302=['la gauche']

loc303=['le centre']

loc304=['le milieu']

loc305=['le devant']

loc306=['le côté']

loc307=['le dessus']

loc308=['le dessous']

loc309=['le haut']

loc310=['le bas']

loc311=['le bord']

### **## les modules de liaison**

css600=['qui se trouve']

css601=['qui est']

css602=['quelle est']

css603=['se trouvent']

css604=['sont disposées']

### **## Métalistes thématiques permettant de déterminer des constructions génériques ##**

# les prépositions

prep100=prep105+prep106+prep107+prep108+prep109+prep110+prep111+prep112  
+prep113+prep114+prep115+prep116+prep117

*# les couleurs*

coul100=coul101+coul102+coul103+coul104+coul105+coul106+coul107+coul108

*# brique+couleur : la brique blanche*

obj200=obj100+coul100

*# la +couleur : la blanche*

obj400=lex106+coul100

*# vocabulaire configurations*

conf100=conf101+conf102+conf103+conf104+conf105+conf106+conf107

*# les localisations : droite*

loc100=loc101+loc102+loc103+loc104+loc105+loc106+loc107+loc108+loc109+loc110+loc111+loc112+loc113+loc114+loc115+loc116+loc117+loc126

*# structures de localisation : à droite de*

loc200=loc201+loc202+loc203+loc204+loc205+loc206+loc207+loc208+loc209+loc210+loc211+loc212+loc213+loc214+loc215+loc216+loc217+loc218+loc219+loc220+loc221+loc222+loc223+loc224+loc225+loc226+loc227+loc228+loc229+loc230+loc231+loc232+loc233+loc234+loc235+loc236+loc237+loc238+loc239+loc240+loc241+loc242+loc243+loc244+loc245+loc246+loc247+loc248+loc250+loc251+loc252+loc253+loc254+loc255+loc256+loc257+loc258+loc259+loc260+loc261+loc262+loc263+loc264+loc265+loc266+loc267+loc268+loc269+loc270+loc271+loc272+loc273+loc274+loc275+loc276+loc277+loc278+loc279+loc280+loc281+loc282+loc283+loc284+loc285+loc286+loc287+loc288+loc289+loc290+loc291+loc292+loc293+loc294

*#prépositions nominalisées*

loc300=loc301+loc302+loc303+loc304+loc305+loc306+loc307+loc308+loc309+loc310+loc311

*#les objets : la brique blanche et la blanche*

obj100=obj200+obj400

*#les configurations*

conf100=conf101+conf102+conf103+conf104+conf105+conf106

*#les verbes de communication*

steb200=steb201+steb202+steb203+steb204+steb205+steb206+steb207+steb208+s  
teb209+steb210+steb211+steb212

#####

## **## 2. BASE DES STRUCTURES RECONNUES ##**

#####

### **## listes des commandes de déplacement /manipulation SIMPLES ##**

*#aller, va, tu vas,*

css10=ste101+ste201+ste301

css11=css10+prep100+obj100           *#aller vers la brique blanche, la bleue...*

css12=css10+prep100+loc300       *#aller sur la droite*

*#atteindre, atteins, tu atteins, aller atteindre, tu vas atteindre, va atteindre*

css20=ste102+ste202+ste302+ste401+ste501+ste601

css21=css20+obj100               *#atteindre la brique blanche...*

*#attraper, attrape, tu attrapes, aller attraper, tu vas attraper, va attraper*

css30=ste103+ste203+ste303+ste402+ste502+ste602

css31=css30+obj100               *#attraper la brique blanche...*

*#avancer, avance, tu avances, aller avancer, tu vas avancer, va avancer*

css40=ste104+ste204+ste304+ste403+ste503+ste603

css41=css40+prep100+obj100       *#avancer vers la brique blanche...*

css42=css40+prep100+loc300           *#avancer sur la gauche*  
 css43=css40+obj100                   *#avance la brique rouge*

*#bouger, bouge, tu bouges, aller bouger, tu vas bouger, va bouger*  
 css50=ste105+ste205+ste305+ste404+ste504+ste604  
 css51=css50+prep100+obj100       *#bouger vers la brique blanche...*  
 css52=css50+obj100                 *#bouger la brique blanche à...*  
 css53=css50+prep100+loc300+obj100 *#bouger sur la gauche de la verte*

*#chercher, cherche, tu cherches, aller chercher, tu vas chercher, va chercher*  
 css60=ste106+ste206+ste306+ste405+ste505+ste605  
 css61=css60+obj100                 *#va chercher la brique rouge*

*#coller, colle, tu colles, aller coller, tu vas coller, va coller*  
 css70=ste107+ste207+ste307+ste406+ste506+ste606  
 css71=css70+obj100+prep100+obj100 *#coller la brique blanche avec la verte*

*#contourner, contourne, tu contournes, aller contourner, tu va contourner, va contourner*  
 css80=ste108+ste208+ste308+ste407+ste507+ste607  
 css81=css80+obj100+prep100+loc300 *#contourner la brique blanche sur la droite*

*#dépasser, dépasse, tu dépasses, aller dépasser, tu vas dépasser, va dépasser*  
 css90=ste109+ste209+ste309+ste408+ste508+ste608  
 css91=css90+prep100+loc300       *#dépasser sur la droite*  
 css92=css90+obj100                 *#dépasser la brique blanche*

css93=css90+obj100+prep100+loc300 *#dépasser la blanche sur la droite*

*#déplacer, déplace, tu déplaces, aller dépasser, tu vas dépasser, va dépasser*

css100=ste110+ste210+ste310+ste409+ste509+ste609

css110=css100+obj100+prep100+loc300 *#déplacer la brique blanche sur la droite*

css111=css100+obj100+loc200+obj100 *#déplacer la brique blanche à gauche de la verte*

*#déposer, dépose, tu déposes, aller déposer, tu vas déposer, va déposer*

css120=ste111+ste211+ste311+ste410+ste510+ste610

css121=css120+obj100+prep100+obj100 *#déposer la brique blanche sur la brique bleue*

css122=css120+obj100+loc200+obj100 *#déposer la brique blanche à droite de la verte*

*#empiler, empile, tu empiles, aller empiler, tu vas empiler, va empiler*

css130=ste112+ste212+ste312+ste411+ste511+ste611

css131=css130+obj100+prep100+obj100 *#empiler la brique blanche sur la bleue*

*#empoigner, empoigne, tu empoignes, aller empoigner, tu vas empoigner, va empoigner*

css140=ste113+ste213+ste313+ste412+ste512+ste612

css141=css140+obj100 *#empoigner la brique rouge*

*#installer, installe, tu installes, aller installer tu vas installer, va installer*

css150=ste114+ste214+ste314+ste413+ste513+ste613

css151=css150+obj100+prep100+obj100      *#installer la brique blanche vers la rouge*

css152=css150+obj100+loc200+obj100      *#installer la blanche à côté de la rouge*

*#inverser, inverse, tu inverses, aller inverser, tu vas inverser, va inverser*

css160=ste115+ste215+ste315+ste414+ste514+ste614

css161=css160+obj100+lex108+obj100      *#inverser la blanche et la rouge*

*#mettre, mets, tu mets, aller mettre, tu vas mettre, va mettre*

css170=ste116+ste216+ste316+ste415+ste515+ste615

css171=css170+obj100+prep100+obj100      *#mettre la blanche devant la rouge*

css172=css170+obj100+loc200+obj100      *#mettre la blanche à côté de la rouge*

css173=css170+obj100+prep100+loc300      *#mettre la blanche sur la droite*

*#passer, passe, tu passes, aller passer, tu vas passer, va passer*

css180=ste117+ste217+ste317+ste416+ste516+ste616

css181=css180+prep100+obj100      *#passer devant la rouge*

css182=css180+loc200+obj100      *#passer à droite de la rouge*

css183=css180+prep100+loc300      *#passer sur la droite*

*#pivoter, pivote, tu pivotes, aller pivoter, tu vas pivoter, va pivoter*

css190=ste118+ste218+ste318+ste417+ste517+ste617

css191=css190+prep100+loc300      *#pivoter sur la droite*

*#placer, place, tu places, aller placer, tu vas placer, va placer*

css200=ste119+ste219+ste319+ste418+ste518+ste618

css201=css200+obj100+loc200+obj100      *#placer la brique rouge à droite de la verte*

css202=css200+obj100+prep100+loc300      *#placer la brique rouge sur la gauche*

*#porter, porte, tu portes, aller porter, tu vas porter, va porter*

css210=ste120+ste220+ste320+ste419+ste519+ste619

css211=css210+obj100      *#porter la brique rouge*

*#poser, pose, tu poses, aller poser, tu vas poser, va poser*

css220=ste121+ste221+ste321+ste420+ste520+ste620

css221=css220+obj100+prep100+obj100      *#poser la brique rouge sur la blanche*

css222=css220+obj100+prep100+loc300      *#poser la rouge sur la droite*

css223=css220+obj100+loc200+obj100      *#poser la rouge à droite de la verte*

*#prendre, prends, tu prends, aller prendre, tu vas prendre, va prendre*

css230=ste122+ste222+ste322+ste421+ste521+ste621

css231=css230+obj100      *#prendre la brique rouge*

*#progresser, progresse, tu progresses, aller progresser, tu vas progresser, va progresser*

css240=ste123+ste223+ste323+ste422+ste522+ste622

css241=css240+prep100+obj100      *#progresser vers la brique rouge*

css242=css240+prep100+loc300      *#progresser sur la droite*

*#ramasser, ramasse, tu ramasses, aller ramasser, tu vas ramasser, va ramasser*

css250=ste124+ste224+ste324+ste423+ste523+ste623

css251=css250+obj100      *#ramasser la brique rouge*

*#reculer, recule, tu recules, aller reculer, tu vas reculer, va reculer*

css260=ste125+ste225+ste325+ste424+ste524+ste624

css261=css260+prep100+loc300                   *#reculer sur la droite*

css262=css260+loc200+obj100               *#reculer à droite de la rouge*

*#remettre, remets, tu remets, aller remettre, tu va remettre, va remettre*

css270=ste126+ste226+ste326+ste425+ste525+ste625

css271=css270+obj100+loc200+obj100       *#remettre la rouge à côté de la verte*

css272=css270+obj100+prep100+obj100     *#remettre la rouge sur la blanche*

css273=css270+obj100+prep100+loc300     *#remettre la rouge vers la verte*

*#replacer, replace, tu replaces, aller replacer, tu vas replacer, va replacer*

css280=ste127+ste227+ste327+ste426+ste526+ste626

css281=css280+obj100+prep100+obj100     *#replacer la jaune sur la rouge*

css282=css280+obj100+loc300+obj100     *#replacer la jaune à droite de la rouge*

*#retourner, retourne, tu retournes, aller retourner, tu vas retourner, va retourner*

css290=ste128+ste228+ste328+ste427+ste527+ste627

css291=css290+prep100+obj100             *#retourner vers la bleue*

css292=css290+loc200+obj100             *#retourner à gauche de la jaune*

css293=css290+prep100+loc300            *#retourner sur la droite*

*#se retourner, retourne-toi, tu te retournes, aller se retourner, tu vas te retourner, va te retourner,*

css300=ste129+ste229+ste329+ste428+ste528+ste628

css301=css300+prep100+obj100      *#se retourner vers la bleue*  
 css302=css300+loc200+obj100      *#se retourner à gauche de la jaune*  
 css303=css300+prep100+loc300      *#se retourner sur la droite*

*#te retourner*

css310=ste129a+prep100+obj100      *#te retourner vers la bleue*  
 css311=ste129a+loc200+obj100      *#te retourner à gauche de la jaune*  
 css312=ste129a+prep100+loc300      *#te retourner sur la droite*

*#réunir, réunis, tu réunis, aller réunie, tu vas réunir, va réunir*

css320=ste130+ste230+ste330+ste429+ste529+ste629  
 css321=css320+obj100+lex108+obj100      *#réunir la jaune et la verte*

*#saisir, saisis, tu saisis, aller saisir, tu vas saisir, va saisir*

css330=ste131+ste231+ste331+ste430+ste530+ste630  
 css331=css330+obj100      *#saisir la verte*

*#se diriger, diriges-toi, tu te diriges, aller se diriger, tu vas te diriger, va te diriger*

css340=ste132+ste232+ste332+ste431+ste431+ste631  
 css341=css340+prep100+obj100      *#se diriger vers la verte*  
 css342=css340+loc200+obj100      *#se diriger à droite de la rouge*  
 css343=css340+prep100+loc300      *#se diriger vers la droite*

*#te diriger*

css350=ste132a+prep100+obj100      *#te diriger vers la verte*  
 css351=ste132a+loc200+obj100      *#te diriger à droite de la rouge*

css352=ste132a+prep100+loc300      *#te diriger vers la droite*

*#soulever, soulève, tu soulèves, aller soulever, tu vas soulever, va soulever*

css360=ste133+ste233+ste333+ste432+ste532+ste632

css361=css360+obj100      *#soulever la brique blanche*

*#tirer, tire, tu tires, aller tirer, tu vas tirer, va tirer*

css370=ste134+ste234+ste334+ste433+ste533+ste633

css371=css370+obj100+loc200+obj100      *#tirer la rouge à côté de la verte*

*#tourner, tourne, tu tournes, aller tourner, tu vas tourner, va tourner*

css380=ste135+ste235+ste335+ste434+ste534+ste634

css381=css380+prep100+loc300      *#tourner sur la droite*

css382=css380+loc200+obj100      *#tourner à droite de la rouge*

css383=css380+prep100+obj100      *#tourner devant la rouge*

*## Restitution représentation*

css1000=css602+conf100      *#quelle est la nouvelle configuration*

css1001=steb200+conf100      *#donne-moi la représentation*

css1002=lex102+css603+obj209      *#où se trouvent les briques*

css1003=lex103+css604+obj209      *#comment sont disposées les briques*

#####

**## 3. LES REGLES DE LOCALISATION ##**

#####

```
#####
```

```
## 4. LES MODELES D'ACTION ##
```

```
#####
```

```
#aller+prep+objet
```

```
#atteindre objet
```

```
#attraper objet
```

```
#avancer prep objet
```

```
#avancer sur loc
```

```
#
```

```
#####
```

```
## 5. LES HEURISTIQUES DE CONTRAINTE ##
```

```
#####
```

```
#####
```

```
## 6. BASE DE DONNEES DES MESSAGES DU ROBOT ##
```

```
#####
```

```
#####
```

```
##### ## 7. LE PROGRAMME
```

```
#####
```

```
#!/usr/bin/env python
```

```
# -*- coding: Latin-1 -*-
```

```
from Tkinter import *
```

```
...
```