

## Chapitre 6

# Mouvement et sémantique du langage naturel

*De lieu, il n'en est point. Nous allons d'avant en arrière et il n'est pas de lieu.*

Saint-Augustin

### 6.1 Enjeux

Nous avons déjà parlé de l'importance du langage dans la détermination de certains concepts associés à la représentation de l'espace et du mouvement dans la cognition humaine. Nous avons aussi présenté comme un critère d'évaluation le fait qu'une théorie du sens commun puisse représenter adéquatement tout ou partie de la sémantique du langage naturel qui a trait aux concepts modélisés. Dans notre cas, il convient donc maintenant de tenter d'appliquer le modèle de l'espace-temps que nous avons développé à la représentation du mouvement dans la langue. La théorie qualitative présentée dans les chapitres précédents nous permet en effet d'exprimer les informations liées aux objets en déplacement (d'un point de vue topologique). Nous étudierons aussi brièvement les conséquences de nos choix ontologiques sur la représentation des objets et des événements décrits par des expressions en langage naturel.

Cette partie de notre travail n'a pas uniquement pour but de valider méthodologiquement notre démarche ; la représentation de la sémantique des langues naturelles est un domaine d'étude en soi dont l'importance est indiscutable, et la sémantique de l'espace et du temps occupe une place importante dans ces travaux (Asher *et al.*, 1995; Steedman, 1997). Des applications plus spécifiques faisant intervenir surtout le langage de l'espace et du mouvement existent également, par l'exemple dans la navigation ou la conduite assistée par ordinateur (Briffault et Denis, 95), l'interfaçage avec des systèmes utilisant des données visuelles spatiales (Pensec, 1996; Aurisset, 1997; Schang, 1997), ou le traitement automatique de constats d'accidents dont nous avons déjà parlé auparavant (Enjalbert et Victorri, 1994). Nous verrons dans les chapitres suivants quelques uns des problèmes plus spécifiques faisant intervenir le langage naturel, et nous nous focaliserons dans ce chapitre sur la représentation de l'information lexicale liée à l'espace et au mouvement d'une façon générale.

## 6.2 Représentation de concepts spatiaux dans la langue

Nous allons ici rappeler brièvement quelques unes des caractéristiques de l'espace et du temps tels qu'ils interviennent dans le langage naturel, et que nous avons déjà mentionnées au chapitre 2. La théorie que nous utilisons se veut en effet intrinsèquement proche de la conception intuitive de l'espace d'un locuteur, comme le montrent par exemple (Frawley, 1992; Aurnague *et al.*, 1997; Talmy, 1983). Essentiellement, l'espace de sens commun présente les caractéristiques suivantes :

- prépondérance des *relations* entre objets, à l'opposé de localisations absolues situant un objet dans un espace absolu de type newtonien. Les objets de la géométrie classique (points, lignes, plans) n'ont par ailleurs pas de réalité dans les objets du langage, c'est pourquoi nous considérons comme objets primitifs de notre théorie des régions étendues dans l'espace, correspondant à l'espace-temps occupé par les entités introduites par le discours. La même chose vaut pour les descriptions purement temporelles qui sont en langage naturel exprimées par des relations entre événements ou états du monde ou par rapport à l'instant d'énonciation. Par exemple
  - (1) Une voiture stationnait devant ma maison.
  - (2) Elle est partie avant que j'appelle la police.
- importance de la sous-spécification du sens véhiculé par les éléments lexicaux, encore une fois par rapport à une localisation absolue. L'exemple (1) exprime une localisation qui peut être précisée si le besoin s'en fait sentir :
  - (3) La voiture était devant le garage.
- granularité variable des descriptions. La sous-spécification entraîne la possibilité de combiner des descriptions pour donner une information plus précise.

D'autre part de nombreux travaux, depuis (Herskovits, 1982; Vandeloise, 1986), ont montré que les concepts spatiaux dans la langue ne peuvent être exprimés uniquement en termes géométriques, mais doivent tenir compte d'autres types d'informations. Aurnague et Vieu (1993) distinguent trois niveaux dans la représentation des éléments lexicaux liés à l'espace:

1. un niveau *géométrique* prenant en compte les notions topologiques, les notions d'orientation relative des entités du discours et les distances relatives entre entités.
2. un niveau *fonctionnel* qui considère les propriétés d'utilisation des objets physiques, ou bien des distinctions ontologiques des entités introduites par un discours (comme la distinction entre objets physiques, lieux, substance, matière, etc).
3. un niveau *pragmatique* qui prend en compte certaines conventions de communication pour expliquer l'usage de certains mots en contexte.

Nous allons donc maintenant voir comment on peut considérer la théorie spatio-temporelle que nous avons développée par rapport à la référence aux objets et événements concrets que l'on trouve dans la langue.

### 6.3 Une ontologie pour la référence aux objets et aux événements concrets

Il faut en effet s’interroger sur les liens entre régions de l’espace-temps et les objets du monde, la matière qui les constitue, les événements qui les impliquent, les transforment, et la façon dont ils apparaissent en langage naturel. Nous allons brièvement mentionner les positions adoptées par différents auteurs qui se sont intéressés à la référence aux objets et à la matière et montrer en quoi notre théorie peut s’appliquer à certains problèmes de représentation qu’ont tenté de résoudre ces auteurs. Ce problème est la source d’un courant de travaux en représentation du langage naturel, et des livres entiers ont été consacrés à ces problèmes (pour une présentation globale des problèmes posés, on peut consulter (Landman, 1991), chapitre 7 où plus récemment (Lønning, 1997)). Nous ne prétendons pas évidemment régler ces problèmes en l’espace de quelques pages, mais seulement indiquer comment l’ontologie qui se dégage de la structure spatio-temporelle que nous avons adoptée peut être appliquée à certains problèmes et pourquoi elle apporte des solutions un peu différentes de la plupart des travaux de notre connaissance. Nous verrons ensuite dans les sections suivantes comment ceci prend place dans la représentation du mouvement en langage naturel.

#### 6.3.1 Le problème de la référence aux objets et événements

La question de la référence aux objets et événements du “monde” est intimement liée à celle de ce que l’on admet comme domaine d’une théorie de sens commun. Le langage naturel décrit des objets, ces objets ont une existence matérielle, et on peut aborder la modélisation de ces objets selon plusieurs options :

- dans l’option “réaliste”, le monde existe *a priori* et est constitué d’objets donnés indépendamment de tout observateur. La modélisation se fait sur ces objets, c’est l’approche physique (qualitative ou pas), et implicitement ou non le cas de la plupart des travaux en RSQ. C’est également le point de vue des chercheurs qui travaillent sur les constats d’accidents, pour qui les syntagmes nominaux désignent exactement des objets de la réalité.
- dans beaucoup de travaux, les entités manipulées sont introduites par le langage et correspondent à des objets mentaux. Ils ont un référent spatio-temporel dans un monde partiellement connu, mais ce référent appartient à un autre domaine, modélisé à part. Une conséquence de cette approche qui différencie un objet mental de l’espace qu’il occupe est que deux objets “mentaux” distincts (introduits par deux descriptions linguistiques différentes) peuvent occuper le même espace, comme *la statue* et *le morceau de marbre*. Les travaux de (Link, 1983) ou de (Vieu, 1991) sont des exemples typiques de cette approche.
- dans une option “subjective”, les objets de notre univers mental sont des constructions de la perception et de l’entendement à partir de l’expérience et de données sensorielles et on peut les décrire (quoique imparfaitement) grâce au langage dans un but de communication avec un autre locuteur. Postuler l’existence d’un monde est juste une manière d’unifier des perceptions différentes et étalées dans le temps (par l’expérience personnelle) dans un but intentionnel précis (action sur l’environnement) ou bien une manière de communiquer avec l’autre sur des expériences communes (intersubjectives). Cette approche (qui est celle de certains philosophes comme Heller (Heller, 1990)) dénie l’existence de plusieurs objets distincts occupant le même espace-temps et s’oppose donc à l’option précédente.

La liste précédente est bien sûr une schématisation qui ne tient pas compte des nuances et des influences qu'il peut y avoir entre les options, mais elle permet de souligner l'importance du débat sur la référence aux objets du monde. Celui-ci est lié, on le voit, aux conditions d'existence d'objets (de quoi peut-on parler ? quels sont les objets qui existent dans le monde), aux conditions d'identité entre objets (cet objet 1 est-il "le même" que cet objet 2 ?). Parmi les phénomènes langagiers qui sont au centre de ces questions et posent des problèmes directs aux théories envisageables, on peut en considérer au moins deux qui permettent de mettre à l'épreuve les différentes options. Le premier est le traitement des combinaisons d'entités, par la référence à des pluriels ou des collectifs, car ils semblent introduire de nouvelles entités (*une armée* est-elle la même chose que *l'ensemble de ses soldats* ?). Le deuxième est celui de la référence à ce que l'on appelle des termes de masse, comme *de la boue*, *de l'or*, *de l'eau*. Ils désignent en effet la matière constituant éventuellement d'autres objets, mais ont des propriétés syntaxiques et sémantiques différentes des objets dits "comptables" (*une pomme*, *un chien*,...).

Un exemple de problème que pose le pluriel en langage naturel est indiqué par les exemples suivants, tirés de (Lønning, 1997) :

- (4) Bunsen et Kirchoff ont posé les fondations de la théorie spectrale.
- (5) Armstrong et Aldrin ont marché sur la lune.

Dans l'exemple (4), c'est l'ensemble des deux Bunsen+Kirchoff qui a posé les fondations de la théorie, et pas l'un et l'autre séparément (ce que l'on appelle une interprétation "collective"), alors que dans l'exemple (5) on peut affirmer que "Armstrong a marché sur la lune" et "Aldrin a marché sur la lune" (ce que l'on appelle une lecture "distributive"). Ceci montre la nécessité de structurer le domaine des objets pour introduire et faire référence à des termes pluriels comme celui du premier exemple.

Les termes de masse quant à eux doivent être traités pour expliquer l'acceptabilité de la phrase suivante :

- (6) Cette bague est neuve mais l'or de cette bague est ancien.

Où l'on semble attribuer deux propriétés contradictoires à une même chose d'un point de vue matériel "naïf".

L'approche classique de ces problèmes, qui est celle de Link, peut être résumée de la façon suivante : le monde est constitué d'objets et de portions de matière, reliés par une relation de constitution. Link modélise alors les relations entre objets de façon méréologique avec une relation de partie-tout (pour résoudre le problème de la référence aux noms pluriels en langage naturel), et les relations entre portions de matière par une autre relation de partie-tout (pour régler le problème de la référence aux substances et termes de masse dans le langage, de façon indépendante des objets comptables). Ces relations forment des treillis sur l'ensemble des objets et sur celui des portions de matière. Link fait ainsi une distinction entre un objet, comme *une bague en or* et la matière qui la constitue (l'or de la bague), et peut ainsi expliquer l'acceptabilité de la phrase (6), qu'il représente par  $N(b) \wedge \neg N(g(b))$  avec  $g$  dénotant la matière d'un objet, et des notations évidentes. Cette approche est reprise par (Vieu, 1991) pour structurer le domaine des objets, auquel elle ajoute une théorie topologique sur l'espace occupé par ces objets (et le lien est fait par la fonction *stref* dont nous avons parlé au chapitre 4). Vieu préfère parler de la portion d'espace-temps plutôt que de la matière pour éviter certaines contradictions de Link liés au fait que chaque substance peut être constituée d'autre chose (elle reprend l'exemple de Bach d'un bonhomme de neige, constitué de neige, constituée d'eau, constitué d'hydrogène et d'oxygène, etc.) ; le référent spatio-temporel est alors une classe d'équivalence d'objets occupant le même espace-temps. En opposition avec les tenants de cette approche, (Quine, 1960) soutenait que les objets dont on parle

ne sont rien d'autres que des régions de l'espace-temps, et plus récemment (Heller, 1990) a défendu une ontologie assez proche dans laquelle deux objets différents ne peuvent occuper le même espace-temps. Par exemple il considère qu'au moment où la bague dont nous parlions plus haut existe, elle se confond avec la phase temporelle correspondante de l'or qui la constitue pour ne former qu'un seul objet, (Heller, 1990), p14. On pourrait ainsi considérer notre théorie de l'espace-temps comme une théorie des objets conforme aux arguments de Heller<sup>1</sup>. De façon moins radicale, certains linguistes concernés par les problèmes de termes de masse, comme Parsons ou Montague, ne voient pas de problème particulier dans l'identification d'un objet avec la matière qui le constitue (cf. (Montague, 1979; Parsons, 1970; Parsons, 1975) cités dans (Vieu, 1991)). Il resterait cependant un problème lié aux entités immatérielles désignées en langage naturel par des syntagmes nominaux comme *le trou*, *l'intérieur*, *etc...* et qui sont intrinsèquement associées à des entités matérielles. Leur importance dans une ontologie du monde sensible est soulignée dans (Casati et Varzi, 1994), et leur rôle pour la sémantique de l'espace est évident dans (Vieu, 1991). Il est alors plus difficile d'identifier *l'intérieur du verre* avec *l'eau qui est dans le verre* même si leur référent spatio-temporel peut être identique. Nous essaierons de voir jusqu'où on peut laisser de côté ces problèmes pour ne parler que d'entités spatio-temporelles et nous indiquerons où il semble pour l'instant plus prudent de supposer plusieurs niveaux d'entités, comme le font Link ou Vieu.

**Processus et événements** Parmi les entités qui peuplent le monde de notre perception, il est de mieux en mieux admis que ce qui arrive aux objets concrets (ou non) fait partie de la réalité qu'il faut décrire pour représenter les connaissances, au moins de l'espace. On peut diviser ces "éventualités" en plusieurs catégories : les processus (*nager pendant une heure*, *escalader une montagne*), et les événements (*toucher le fond de la piscine*). Il existe une littérature abondante sur les raffinements possibles de cette classification, notamment depuis (Vendler, 1967). Les éventualités sont un sujet d'étude au départ philosophique<sup>2</sup> qui a influencé des travaux bien au-delà, notamment en linguistique et en I.A. pour tout ce qui a trait au raisonnement temporel sur l'action (on a déjà parlé de ces aspects liés à la représentation du temps et de l'action au chapitre 3). Toute réflexion sur les objets spatiaux et le changement spatial doit faire place dans une certaine mesure aux éventualités et leur représentation. Au niveau qui nous intéresse, il faut se demander quelle est l'extension spatio-temporelle d'un événement et quel genre de lien existe entre un événement et cette extension. Ce débat n'est pas résolu, et de même qu'il y a un désaccord entre les auteurs sur la possibilité de co-occurrence de deux objets dans la même portion d'espace (ou d'espace-temps), on trouve toutes les opinions possibles pour les éventualités. Un autre problème important est celui de l'identification des éventualités, comme pour les objets du monde. A quelle condition deux descriptions langagières peuvent elles être considérées comme faisant référence au même événement ? Par exemple :

- (7) Calvin a poussé l'interrupteur.
- (8) Calvin a allumé la lumière.

Ces deux phrases décrivent elles un ou plusieurs événements ? Là encore on trouve des tenants de toutes les options : entre les "unificateurs" pour qui les deux phrases décrivent un même événement et les "multiplicateurs" qui affirment qu'il existe autant d'événements que de descriptions, on trouve aussi des posi-

---

1. Nous n'avons découvert ce livre que récemment, et s'il n'a pas influencé les travaux présentés ici, il constitue une justification philosophique et linguistique des approches spatio-temporelles du monde concret.

2. On peut se référer à la collection d'articles à ce sujet de (Casati et Varzi, 1996).

tions intermédiaires qui cherchent des critères d'identification aux conditions d'application variables (cf. (Casati et Varzi, 1996)). Il faut noter par ailleurs que Whitehead (1929) et Quine (1960) défendaient l'opinion que tout objet est équivalent à un processus étendu dans le temps et l'espace, réglant ainsi les deux questions du lien à l'espace-temps (un événement est une portion d'espace-temps, comme les objets) et celle de l'identification : deux événements constituant la même région spatio-temporelle sont identiques. Il reste alors le problème de la détermination de cette région. Quine a cependant affirmé que cette question était plutôt sémantique (tel ou tel événement a telle ou telle extension spatio-temporelle) et qu'on ne pouvait y répondre de façon générale. Cette dernière approche a certains attraits, et en reprenant notre propre théorie de l'espace-temps, elle trouve un moule formel tout prêt à l'emploi. La question de l'étendue spatio-temporelle d'un événement est même peut-être secondaire, puisque ce qui est important quand on parle d'événements c'est la localisation temporelle (et là il n'y a pas de problèmes)<sup>3</sup>.

Nous proposons de considérer les événements comme des régions de l'espace-temps et de voir jusqu'où l'on peut pousser cette base, de même que pour les objets. Nous allons voir dans le paragraphe suivant comment cela permet d'interpréter formellement des phrases faisant référence à des objets ou des événements.

### 6.3.2 Contraintes spatio-temporelles sur les référents concrets

Nous allons maintenant voir quelques exemples de la façon dont on peut utiliser notre théorie de l'espace-temps pour représenter des phrases du langage naturel faisant référence à des objets et événements concrets.

Une phrase telle que :

(9) Le chien siffle dans le parc.

introduit une entité  $x$ , décrite par le SN *chien*, et l'emploi ici est comptable (l'analyse syntaxique menant à ces conclusions n'est pas de notre ressort). On peut représenter classiquement cette information en logique des prédicats comme suit :

$$\text{chien}(x) \wedge \text{parc}(y) \wedge \text{siffle}(x) \wedge \text{dans}(x, y)$$

Si on veut tenir compte du fait que cette information est temporellement située, il faut introduire un événement, et modifier ainsi la représentation, en notant à la Davidson :

$$\text{chien}(x) \wedge \text{parc}(y) \wedge \text{siffle}(e, x) \wedge \text{dans}(x, y, e)$$

Dans notre formalisme il faut se demander quelles portions de l'espace-temps sont concernées; ou plutôt quels liens la phrase introduit entre les portions d'espace-temps concernés par la phrase. On va donc admettre que la phrase introduit une entité spatio-temporelle qui au moment de l'événement décrit par la phrase peut être qualifiée de "chien". Nous l'exprimerons donc ainsi :

$$\exists x, y, e (\text{chien}(x/e) \wedge \text{parc}(y/e) \wedge \text{siffle}(e, x) \wedge \text{dans}(x, y, e))$$

---

3. Il faut souligner qu'il y a des philosophes qui s'opposent de façon virulente à cette approche, notamment (Hacker, 1982), dont le seul argument est qu'il y a une différence intuitive évidente entre objet et événement, ce que personne ne conteste, même pas les auteurs "spatio-temporels" comme Quine ; seulement cette différence est selon nous à chercher dans la forme particulière spatio-temporelle des événements par rapport aux objets. On peut également citer (Thomson, 1983) dont les arguments sont largement remis en cause par à l'analyse de Heller (1990), pp 2-4, 16-19. Enfin nous avons déjà discuté des positions voisines de Simons au chapitre 4.

Nous laissons de côté la façon dont il faut représenter la sémantique du verbe et de la préposition utilisée ici.

Ce que nous déterminerons ici c'est le lien qui existe entre l'entité  $x/e$  et ses parties éventuelles du fait de sa description en tant que "chien".

Tout d'abord le fait pour un SN  $\text{el\_lex}$  d'être une description comptable entraîne la propriété suivante : toute tranche temporelle de l'entité en question est aussi descriptible par le même SN (dans toute la suite, il faut garder à l'esprit qu'à l'opposé de la plupart des auteurs sur la question, nous parlons de parties *temporelles*, que l'on peut qualifier avec les éléments lexicaux *pomme, chien,...*). Dans le cas d'une description comptable, on a donc :

$$\text{el\_lex}(x) \leftrightarrow \forall y (TSyx \rightarrow \text{el\_lex}(y))$$

A l'opposé, pour un terme massique, toute partie spatio-temporelle est descriptible de la même manière<sup>4</sup> :

$$\text{el\_lex}(x) \leftrightarrow \forall y (Pyx \rightarrow \text{el\_lex}(y))$$

On peut donc inférer de ceci que la référence à un terme de masse est cumulative (ici  $x$  et  $y$  sont décrits tous les deux par un terme de masse) :

$$(\text{el\_lex}(x) \wedge \text{el\_lex}(y)) \rightarrow (\text{el\_lex}(x + y))$$

On peut voir à titre d'exemple comment on traite le problème de la bague en or avec notre formalisme spatio-temporel. Posons que le morceau d'or qui constitue la bague est une entité  $x$ . La bague, qui est une autre entité  $y$ , a une existence plus éphémère que cet or et donc  $y \subseteq_t x$  (et l'inverse n'est pas vrai :  $\neg x \subseteq_t y$ ) ; il existe donc une tranche de  $x$  contemporaine de  $y$ , que l'on peut noter  $x/y$ . On peut décider que la bague est uniquement composée de cet or, auquel cas  $x/y = y$  mais cela n'est pas nécessaire ; ce qui importe c'est que  $x \neq y$  et que l'on peut donc de façon cohérente avoir  $N(y) \wedge \neg N(x)$ , c'est-à-dire que la bague est neuve, mais pas l'or dont elle est constituée.

**Référence plurielle** Un autre type de référence qui pose des problèmes est comme on l'a vu les entités plurielles. Le singulier quand à lui ne pose pas de problème particulier. Une référence singulière  $\text{el\_lex\_sing}$  (par exemple *chien*) ne peut être appliquée à plusieurs entités différentes si une des entités peut déjà être décrite par cette référence :

$$\text{el\_lex\_sing}(x) \leftrightarrow$$

$$\forall y ((\text{el\_lex\_sing}(y) \wedge \neg Pyx) \rightarrow \neg \text{el\_lex\_sing}(y + x))$$

Au contraire une référence plurielle (*les chevaux*) est cumulative ; on désignera la dénotation du pluriel d'un nom comptable dénoté  $\text{el\_lex}$  par la notation classique  $\text{el\_Lex}^*$ , et on peut préciser leurs liens comme suit :

$$\text{a. } \text{el\_Lex}^*(x) \rightarrow (\exists y(\text{el\_lex}(y) \wedge PPyx))$$

$$\text{b. } (\text{el\_lex}(y) \wedge \text{el\_lex}(z) \wedge DCyz) \rightarrow \text{el\_Lex}^*(y + z)$$

$$\text{c. } \text{el\_Lex}^*(x) \rightarrow \exists y, z (x = y + z \wedge (\text{el\_Lex}^*(y) \vee \text{el\_lex}(y)) \wedge (\text{el\_Lex}^*(z) \vee \text{el\_lex}(z)))$$

4. On peut discuter cette affirmation dans l'absolu, car toutes les entités désignées par des termes de masse ne peuvent pas être divisés à l'infini : un atome de silice dans un grain de sable ne peut plus être considéré comme du sable. Nous supposons pour l'instant que cela dépend des atomes que l'on admet dans le domaine de la théorie et que cela doit être réglé par une théorie de la granularité, qui ne sera sans doute pas indépendante de la méréo-topologie utilisée ici.

Une conséquence logique de ces axiomes est que la référence à un pluriel est une somme de référence à  $n$  singuliers. Et on a ainsi formalisé la référence à des pluriels de façon équivalente à Link ou Vieu. Il faut noter en plus que la prise en compte du temps permet d’avoir des références plus riches que celles de Link : rien n’oblige un pluriel à référer à des entités qui existent en même temps ; ainsi *les présidents américains depuis l’Indépendance* est un pluriel dont certains composants ne sont pas contemporains, ce qui est possible car la condition b. fait jouer la non-connexion qui est spatio-temporelle et pas seulement spatiale. On veut donc laisser ouvertes toutes les possibilités de ce point de vue là. Ceci était déjà suggéré dans (Vieu, 1991).

Pour les événements on ne décidera pas a priori de l’extension spatio-temporelle qu’ils déterminent, on se contente de considérer qu’ils en ont une et qu’elle comprend au moins celle des entités mises en jeu par l’événement pendant celui-ci.

Par ailleurs, il a été déjà noté par beaucoup d’auteurs qu’il y a certains liens entre les distinctions massifs/comptables pour les objets concrets et la distinction processus homogène/événement accompli pour les éventualités. C’est notamment l’origine des travaux de Bach (Bach, 1986). Ces auteurs justifient cette analogie par le fait que toute partie (temporelle) d’un processus homogène est un processus homogène de même type (si j’ai marché pendant trois heures, on peut dire que j’ai marché pendant toute période comprise dans ces trois heures), ce qui se rapproche de la propriété des termes de masse (dont toute partie est un terme de masse de même type, pour la bonne granularité).

Quand on considère conjointement le temps et l’espace, les deux types d’entités ont en fait explicitement un comportement différent, les termes de masse état homogènes spatio-temporellement, les processus étant homogènes temporellement (ici  $el\_lex$  désigne un type de processus comme *marcher*) :

$$el\_lex(x) \rightarrow \forall y (TSyx \rightarrow el\_lex(y))$$

Ce qui assimile le comportement spatio-temporel des objets dénotés par des syntagmes nominaux à des processus. On voit ici aussi que si l’on veut distinguer les deux pour d’autres raisons que spatio-temporelles il faudra avoir recours à deux niveaux d’entités (les objets “linguistiques” plus les classes d’équivalence de leurs référents spatio-temporels, comme chez Vieu).

Pour les événements on ne dit a priori rien de plus que la négation de cette propriété d’homogénéité temporelle, ou bien le fait qu’ils soient temporellement atomiques :

$$\mathbf{D\ 6.1} \quad T\_AT(x) \triangleq \forall y (TSyx \rightarrow x = y) \quad (\text{atome temporel})$$

Si l’élément lexical  $el\_lex$  désigne un événement :

$$el\_lex(x) \rightarrow (T\_AT(x) \vee \exists y (TSyx \wedge \neg type\_evt(y)))$$

Nous n’avons fait ici qu’esquisser certains problèmes liés à la référence en langage naturel pour indiquer comment l’on peut se positionner par rapport à ceux-ci dans le cadre d’une théorie de l’espace-temps qui se préoccupe du langage. Il faudrait en fait pousser plus loin l’analyse pour avoir une théorie complète des liens entre entités décrites dans la langue et objets supposés du monde, et cela dépasse le cadre de nos travaux actuels. Nous pensons cependant avoir explicité certains choix vis à vis de la représentation sémantique qui va suivre.

## 6.4 Classification des verbes et sémantique

Nous allons voir comment on peut représenter la sémantique de l’expression du mouvement, maintenant que nous avons un peu clarifié la façon dont on référerait aux objets et aux événements du discours.

Nous allons traiter d'une classe de verbes exprimant le mouvement où les aspects méréo-topologiques sont prépondérants (on les appellera verbes de déplacement), étant entendu qu'une sémantique de l'espace, pour être complète, doit traiter les informations liées à l'orientation, la distance et la morphologie, et que cela dépasse le cadre de nos travaux. De plus, afin d'isoler le problème de la représentation sémantique du mouvement de problèmes plus vastes tels que l'interprétation du discours et les aspects pragmatiques de celui-ci, nous avons restreint la classe formalisée aux emplois de verbes transitifs, comme dans (10) par opposition à (11), ou (12).

(10) Jean monte l'escalier.

(11) Jean monte sur la chaise.

(12) Jean monte.

En effet le dernier emploi fait intervenir des informations disponibles éventuellement en contexte (si non on ne sait pas où monte Jean), comme l'ont montré Asher & Sablayrolles (Asher et Sablayrolles, 1995; Sablayrolles, 1995), et le deuxième implique une sémantique plus complexe qui doit faire intervenir la sémantique des prépositions et des mécanismes de combinaisons qui font eux aussi intervenir d'autres éléments du discours. Pour éviter de traiter trop de problèmes à la fois et nous concentrer sur le mouvement proprement dit, nous n'avons donc étudié que les emplois transitifs de verbes de déplacement. Nous excluons également les formes suivantes :

(13) Jean a monté des livres au grenier

Elles font en effet intervenir en plus d'un groupe prépositionnel, une structure causative où un agent provoque le mouvement d'une autre entité ; dans ce même esprit de simplification, nous ignorerons ces constructions. Nous désignerons alors classiquement par "cible" l'entité qui se déplace, et par "site" l'entité qui sert de repère.

Nous allons alors nous intéresser à une classification de ces verbes, qui ont été l'objet d'une étude par Laure Sarda (Sarda, 1996), puis d'une étude conjointe (Muller et Sarda, 1998) ; ce que nous allons présenter, sauf mention contraire, est cependant seulement représentatif de l'angle "représentation des connaissances", qui caractérise le présent travail, et les opinions qui vont suivre n'engagent que l'auteur de cette thèse.

#### 6.4.1 Pourquoi utiliser des classifications sémantiques

Nous allons dans la suite de ce chapitre représenter l'information sémantique commune à certains verbes regroupés dans des classes. Les classifications sémantiques d'éléments lexicaux appartenant à une même catégorie syntaxique sont très abondantes dans la littérature. Du point de vue de la représentation des connaissances, le foisonnement de ces distinctions peut apparaître un peu superflu. Il y a cependant de bonnes raisons de s'intéresser à ces travaux de sémantique lexicale :

- La richesse du lexique des langues naturelles fait qu'il est presque impossible de représenter directement tous les aspects de la sémantique d'une unité lexicale. Plutôt que de laisser de côté les aspects que l'on ne peut pas traiter, il est plus légitime de représenter ce qui est commun à un ensemble de mots, en laissant ainsi la place à des raffinements ultérieurs. Idéalement, la représentation du lexique sur machine finira par avoir comme plus petites sous-classes les mots eux-mêmes.

- La recherche de généralités regroupant le sens de certains mots permet de stocker un type d'information pertinent pour certaines tâches, sans pour autant avoir un lexique trop énorme pour être manipulable pratiquement (et beaucoup de travaux actuels de TALN mettent l'accent sur la réduction de la taille du lexique ; voir par exemple (Pustejovsky, 1995)). Dans la mesure où nous nous intéressons ici à l'information spatiale et temporelle, il vaut mieux parler de classes de verbes partageant certaines contraintes d'ordre spatial et/ou temporel plutôt que de réduire simplement la sémantique des verbes concernés à leurs aspects spatio-temporels.
- Dans une perspective de raisonnement spatial qualitatif, on a déjà remarqué au chapitre 2 que les classifications linguistiques pouvaient fournir des éléments intéressants pour isoler des concepts pertinents à représenter.

Nous allons maintenant voir rapidement quelques classifications et sur quoi elles se basent pour regrouper certains verbes. Pour un panorama plus large, nous conseillons de se reporter à (Sablayrolles, 1995) ou (Sarda, 1996).

### 6.4.2 Classifications sémantiques des verbes de mouvement

Il n'existe pas de définition universelle permettant de délimiter clairement une classe indiscutable de verbes de mouvement. D'une part les critères peuvent varier d'une langue à l'autre pour des raisons syntaxiques inhérentes à chaque langue (en allemand par exemple, le datif est généralement associé à des localisations et l'accusatif à des mouvements); d'autre part, à l'intérieur d'une langue les éléments mis en jeu laissent une bonne part à l'intuition, les concepts invoqués étant souvent définis de façon circulaire.

On peut cependant isoler les critères qui permettent de tracer certaines frontières. En particulier on peut déjà distinguer les critères de nature spatiale, temporelle ou liés à d'autres aspects qui peuvent aller de la manière de se mouvoir (ce qui différencie *courir* et *marcher*), au nombre d'entités impliqués par le verbe, ou encore liés à l'intentionnalité d'éventuels agents (ce qui distingue par exemple *inspecter* et *parcourir*), utilisés notamment par (Hays, 1989; Abraham, 1994).

Nous avons déjà mentionné quelques unes de ces classifications au chapitre 2, pour étudier la nature du mouvement qui sous-tendait leurs classifications. Nous allons maintenant revenir un peu sur les critères de classification utilisés.

Nous avons déjà expliqué que nous laissons de côté les critères syntaxiques (comme de savoir quels verbes autorisent quelles constructions: transitives, intransitives, etc...) pour nous intéresser aux distinctions plus conceptuelles. Ces critères sont de natures très diverses ; par exemple (Jayez, 1993) recense principalement les verbes de mouvement "positionnels" (comme *arriver*), les verbes de formes de mouvement ("authentiques", comme *zigzaguer*, ou "faibles" comme *tourner*, sans que la différence soit expliquée), les verbes comme *accélérer* qui portent sur un taux d'évolution ; d'autres verbes plus marginaux font intervenir des aspects intentionnels ou la forme de repères. On voit déjà la différence dans le choix des facteurs pertinents par rapport à Talmy par exemple. Si on compare à la classification de (Asher et Sablayrolles, 1995), les verbes "positionnels" sont appelés verbes de changement de lieu, les verbes de forme correspondent plus ou moins aux verbes de changement de position, et Asher et Sablayrolles ajoutent une classe de verbes de changement de posture (comme *s'asseoir*) qui n'étaient pas considérés par Jayez. Dans cette classification ce sont donc les aspects spatio-temporels qui sont centraux, reprenant en partie les analyses de (Boons, 1985) et (Laur, 1991). Ceux-ci distinguent de plus les verbes selon la phase temporelle sur laquelle ils sont focalisés : (*arriver à* est focalisé sur la fin de

l'événement décrit, *sortir de* sur le début, *passer par* sur le "milieu" de l'événement). Ensuite, de façon plus précise on a vu que Talmy distingue des types de relations spatiales entre entités impliquées dans l'expression d'un mouvement, ou que Sablayrolles utilise un découpage de l'espace en zones pertinentes par rapport à certains critères pour définir des classes de verbes correspondant à des types de transition entre ces zones.

Pour la plupart, les auteurs mentionnés font jouer une importance plus grande à la localisation "à l'intérieur" de quelque chose (d'une zone pour Sablayrolles, de certains repères pour Talmy) pendant une ou plusieurs phases du mouvement, les autres aspects se rajoutant comme facteurs plus secondaires (orientation, forme, intention, etc..). On va de même continuer à se focaliser sur ces notions de relation de localisation en évolution, relation d'ordre plutôt méréo-topologique, tout en voyant les différences avec une vue purement positionnelle (où le mouvement est ontologiquement une suite de localisations, la seule relation considérée étant implicitement l'inclusion).

Un autre facteur sert à distinguer les verbes en général et son importance au niveau temporel fait que nous le mentionnons ici : il s'agit de l'aspect du verbe. Cela correspond d'une certaine façon à la structure temporelle de l'éventualité décrite par un verbe. Par exemple on a déjà vu la distinction entre événement et processus, du point de vue de l'homogénéité temporelle. On pourrait raffiner les distinctions de diverses manières, mais on se contentera de mentionner la distinction, classique depuis (Vendler, 1967), entre états, processus (aussi nommés activités), accomplissements et achèvements. Ces deux derniers sont des événements mais seuls les accomplissements admettent des constructions progressives (comme dans *je suis en train d'écrire ma thèse*) : ils correspondent à des processus qui ont une culmination<sup>5</sup>, et que l'on qualifie alors aussi de *télique*, les processus étant *atéliques*.

### 6.4.3 Une classification des verbes de déplacement

Nous reprenons ici une classification qui tient compte de certains des aspects présentés ci-dessus, qui est due à Laure Sarda (Sarda, 1996), et sur laquelle nous avons ensuite travaillé en commun (Muller et Sarda, 1998). La présentation que nous allons en donner insistera surtout sur les aspects spatio-temporels liés à la sémantique que nous avons cherché à représenter ensuite, en laissant de côté certains problèmes linguistiques plus généraux, et il ne faut pas y voir un reflet forcément fidèle des articles que nous venons de citer.

**Structure de mouvement** Selon (Pustejovsky, 1995) une description sémantique générale d'un élément du lexique, doit rendre compte, au moins pour un verbe, des arguments qui peuvent être associés au verbe, de la structure de l'événement introduit par le verbe (par exemple l'existence de parties de cet événement), et parfois de liens avec d'autres éléments du lexique afin de régler les problèmes de polysémie. La structure syntaxique que nous avons choisie contraint fortement la structure des arguments du verbe, et nous concentre sur un seul type d'emploi. Nous allons nous intéresser à l'ensemble des traits qui caractérisent le comportement spatio-temporel des verbes, ce que l'on peut désigner par la "structure de mouvement" associée au verbe.

Reprenant la structure des événements de (Asher *et al.*, 1995), on considère qu'à tout événement de mouvement est associé un *pre-state* et un *post-state*, deux états qui le précède et qui le suivent respectivement et qui sont caractérisés notamment par la sémantique du verbe introduisant l'événement. Dans

5. Voir aussi l'article de référence de (Moens, 1988).

(Asher *et al.*, 1995), les relations liant un événement et son post- et préstate sont :

$$prestate(e) < e < poststate(e)$$

Ceci est un peu sous-spécifié ; on veut en fait que ces états jouxtent l'événement auquel ils sont associés et on préférera donc :

$$\mathbf{A\ 6.1} \quad MEETS(prestate(e), e) \wedge MEETS(e, poststate(e))$$

En rappelant que MEETS est analogue à la relation de Allen éponyme, et a été définie au chapitre 5. Nous n'avons pas encore parlé d'états dans notre modèle spatio-temporel ; on peut se contenter ici de considérer les pre- et post-states comme des tranches d'univers entourant un événement.

$$\mathbf{A\ 6.2} \quad TS(prestate(e), a) \wedge TS(poststate(e), a)$$

Un événement décrivant un déplacement exprime explicitement une relation de localisation (au sens défini dans la section 6.4.2) entre deux entités pendant au moins une portion temporelle associée à l'événement, appelée la "Phase Saillante du Procès" (PSP). Cette PSP peut correspondre soit au pre-state (que l'on appelle par abus de langage la phase initiale du déplacement bien qu'elle ne fasse pas partie de l'événement à proprement parler<sup>6</sup>), soit au post-state (que l'on appelle tout aussi abusivement la phase finale du déplacement), soit à une portion de l'événement lui-même (entre pre- et post-state) et que l'on appelle la phase médiane du déplacement. Ces trois phases sont associées aux notions de départ, d'arrivée et de parcours.

**Polarité locative** A la suite de Boons et Laur, un premier critère permet de former trois catégories de verbes : initiaux (I), finaux (F) ou médians (M) qui expriment une information sur une des phases temporelles suivantes : initiale (*quitter, évacuer*), finale (*atteindre, envahir*) ou médiane (*arpenter, traverser, franchir, approcher*). Ce qui est plus ou moins implicite ici est que cette information est une localisation valide pendant une de ces phases. En fait cela nous conduit à un découpage de ces classes d'une façon qui s'écarte de celle retenue par Laur pour les verbes intransitifs. Par exemple, certains verbes seraient finaux chez Laur (comme *approcher quelque chose*, très similaire à *s'approcher de quelque chose* qui fait partie des verbes étudiés par Laur) alors que nous les considérons comme des médians. Pour Laur, ils doivent être finaux parce qu'ils introduisent un syntagme nominal ou prépositionnel correspondant au lieu de référence final du déplacement. Cette notion de lieu de référence nous paraît incertaine, et il est clair, pour reprendre l'exemple d'*approcher*, qu'on peut très bien approcher quelque chose sans jamais l'atteindre. Laur compterait alors ce verbe comme "final externe" ce qui nous paraît dénué de sens. Ce qui caractérise un verbe comme *approcher* n'est pas une éventuelle localisation de nature topologique, mais une évolution de distances, qui doit être modélisée comme telle. C'est ici principalement que l'on voit les limites qu'il y a à considérer les verbes comme exprimant une localisation à un "endroit" au cours du mouvement, alors que cela correspond assez mal aux médians notamment. Ceux-ci introduisent des informations partielles quant à la localisation d'un mobile au cours d'un mouvement, et d'autres facteurs (orientation, forme d'un repère,...) vont jouer pour caractériser la situation spatiale décrite. On peut cependant remarquer que les verbes transitifs comportent

---

6. Cependant, en imposant aux entités de se mouvoir de façon continue au sens défini au chapitre 5, on impose des contraintes sur la "situation spatiale" pendant un éventuel début de l'événement sans supposer a priori l'existence de parties de cet événement. C'est en ce sens qu'on peut parler de phase initiale ou finale (même pour un événement temporellement atomique), afin de garder la même terminologie que les auteurs cités ; on pourrait remplacer ces termes par "phase d'initiation" et "phase de terminaison".

dans leur sémantique des informations précises permettant d'identifier à l'aide de marqueurs relationnels du type (haut/ bas etc.) des zones particulières, et que l'on peut d'une certaine manière reconsidérer le critère de polarité par rapport à ces zones. Par exemple, on ne peut pas dire *stricto sensu* que le verbe "atteindre" dans *atteindre la rivière* est final *parce qu'*il exprime une localisation dans la rivière pendant la phase finale de l'événement. Il peut être par contre considéré comme final si on considère qu'il exprime une localisation spécifique par rapport à une zone précise définie à partir de la rivière (*le bord de la rivière*) par exemple. Par opposition, un verbe comme *approcher* n'établit pas une relation de ce type. On peut s'approcher sans être dans une "zone de proximité" à la fin.

Les classes des verbes initiaux et finaux ont donc les propriétés suivantes:

Ils impliquent respectivement un lieu de référence initial et final. Le lieu de référence correspond à une portion d'espace ou de surface définie par rapport au site, cette portion d'espace n'étant pas lexicalisée dans la construction. Ils sont de plus téliques et cela entraîne que cette localisation n'est pas la même au début et à la fin de l'événement.

La caractérisation des médians est plus délicate, et on se contentera ici de les déterminer comme non initiaux et non finaux : s'ils expriment une localisation celle-ci n'est pas uniquement finale ou initiale et elle peut correspondre à quelque chose qui reste vrai durant tout l'événement (*longer un mur* implique de rester dans une même relation (*le long du mur*) pendant tout l'événement par exemple).

**Relation de localisation** Une relation de localisation est identifiée pendant la polarité locative du verbe, c'est-à-dire pendant une des phases temporelles de l'événement, initiale, médiane ou finale.

Dans certains cas (*quitter, abandonner, atteindre*) aucune configuration spatiale particulière n'est impliquée intrinsèquement par le verbe, (on peut juste dire qu'après avoir atteint un repère, on est "à" ce repère). On parle alors de relation de localisation neutre, (notée N).

Dans les autres cas, on distingue des relations de localisation de contact (notées Cont), des relations de localisation interne (Int) et des relations de localisation spécifique (Spec). Dans l'absolu, ce contact correspond à un contact physique, du genre de celui modélisé par la relation de Weak Contact de (Asher et Vieu, 1995), cf. le chapitre 3, mais on simplifiera ici en considérant qu'il correspond à une connection externe.

Dans les constructions transitives directes que nous étudions, certaines portions d'espace qui peuvent caractériser la localisation ne sont pas lexicalisées dans l'énoncé. Elles sont parfois explicitées par la morphologie du verbe (i.e. *longer* équivaut à *se déplacer le long de*), mais pas systématiquement. On peut généralement paraphraser les verbes en utilisant de telles zones : par exemple, *traverser* équivaut à *passer* d'un côté à l'autre côté *de x...* Cette portion d'espace peut correspondre à l'intérieur du site, c'est alors que l'on parle de *relation interne* (*arpenter, envahir*, impliquent, respectivement pendant la phase médiane et finale, l'inclusion de la cible dans la portion d'espace correspondant à l'intérieur du site). Cependant en général, elles impliquent des parties du site ou dépendantes du site (*le côté, le bord, le haut, le bout, l'avant, le long, le tour, la proximité... de x*). On parle alors de *relations spécifiques*.

Chaque verbe médian est particulier, mais ils impliquent tous un marqueur général de la localisation (appelé Nom de localisation (NL)). La sémantique de ces marqueurs a été amplement décrite par (Borillo, 1988; Aurnague, 1991; Aurnague, 1995; Aurnague, 1996). Nous les utilisons pour expliciter les relations spatiales intrinsèquement contenues dans la sémantique des verbes transitifs directs : *traverser, franchir, longer* sélectionnent des NL topologiques, respectivement *les côtés* de l'entité qui est traversée ou franchie, *le long* de l'entité longée, *dépasser, contourner, croiser* impliquent des NL d'orientation *l'arrière de, l'avant de* orientés par rapport à la direction du mouvement,... Les NL, appliqués

au SNsite (*le bord de la rivière*), dénotent des portions à la fois matérielles et spatiales, mal délimitées et qui n'ont généralement pas de fonction précise (contrairement à celles dénotées par les noms de composants : *le haut de la maison* vs. *le toit de la maison*). Ils permettent cependant de référer à des portions de n'importe quel type d'entité, et possèdent de ce fait des propriétés localisatrices bien plus grandes que celles des noms de composants.

Comme nous venons de le voir, leur sémantique relève du domaine de l'orientation, de la topologie et de la distance. Les NL d'orientation (Nlo), décomposent une entité donnée en se basant sur les polarités que définissent les axes vertical (*haut/bas*), frontal (*avant/arrière*) et latéral (*gauche/droite*). Les NL topologiques (Nlt) permettent de distinguer des zones situées à l'intérieur d'une entité, de celles qui correspondent à l'extérieur ou aux limites (*intérieur, fond, sein.../ extérieur, surface, bord, long, coin, angle...*). Enfin, la notion de distance (et plus généralement, toutes les notions qui aboutissent à définir la forme), permet de distinguer (*centre, milieu/bout, périphérie, extrémités*), mais aussi des marqueurs de localisation externe comme (*lointain/proximité*), cf. (Aurnague, 1991).

Nous avons donc distingué quatre grands groupes de verbes selon qu'ils impliquent une relation de localisation neutre (N), une relation de contact (Cont), une relation interne (Int), ou une relation spécifique (Spec) associant un ou plusieurs NL particuliers<sup>7</sup>. La combinaison des critères de relation de localisation et de polarité locative permet de définir la phase de référence spatio-temporelle par rapport à laquelle un éventuel changement de relation est identifiée.

**Changement de relation de localisation** Plutôt que de classer les verbes en termes de changement ou non de lieu comme cela est traditionnellement fait quand il s'agit de dresser une typologie des verbes de déplacement (Cf. (Boons, 1987; Laur, 1991; Asher et Sablayrolles, 1995)), nous opposons les verbes qui impliquent un changement de relation de localisation et ceux qui n'impliquent aucun changement de relation de localisation, comme on y a fait déjà allusion ci-dessus (ce qui évite la question épineuse de la définition d'un lieu).

Cette distinction est notée par la conjonction de deux traits [+/- transitionnel], et [+/- télique].

Nous avons été amenés<sup>8</sup> à utiliser ces deux traits pour rendre compte de la sémantique de certains médians :

Les verbes qui ne décrivent pas de changement de relation de localisation sont des verbes médians qui sélectionnent un seul NL topologique dénotant soit un intérieur, (médians internes), soit une portion d'espace spécifique (par ex. "le bord de"). Les procès décrits par ces verbes sont [- transitionnel], au sens où la relation spatio-temporelle définissant la PSP ne varie pas pendant le déroulement du procès (en fait la PSP prend tout l'événement). Nous avons dans un premier temps assimilé l'aspect non transitionnel à l'aspect atélique d'un procès. Cependant, si le trait non transitionnel est bien propre à chaque verbe, certains verbes acceptent des interprétations téliques ou non suivant leur emploi, et il a été nécessaire de distinguer les deux facteurs. On peut le voir sur les exemples suivants :

- (14) Il a parcouru tout le pays en un jour, (?pendant un jour). (télique)  
 (15) Il a parcouru le pays (pendant des années). (atélique)

7. L'utilisation des NL est un moyen de localiser topologiquement des entités par rapport à des zones qui ne sont pas définies ici, et qui en toute rigueur font intervenir des informations liées à l'orientation, la distance, la forme, etc, des entités mises en jeu. Cela nécessiterait un donc un travail supplémentaire pour prétendre avoir réellement lié la sémantique de ces NL et celles des verbes de déplacement.

8. Cf.(Muller et Sarda, 1998).

Ils ne répondent pas non plus aux tests traditionnels permettant d'identifier les activités (si on interrompt le procès *parcourir le pays* cinq minutes après son commencement, il est peu probable qu'on puisse énoncer la forme accomplie du procès, *il a parcouru le pays*; en revanche, ces verbes ne se comportent pas non plus comme un accomplissement classique au sens où il existe un seuil où la forme accomplie du procès est acceptée, indépendamment du fait que ce seuil n'a pas d'existence matérielle et que le procès puisse par ailleurs se poursuivre indéfiniment.

Les verbes médians qui impliquent deux NL ou plus sont [+transitionnels]. Cette transition est graduelle entre des zones identifiées de façon relative : *monter* c'est aller plus haut, c'est aussi aller en haut. Dans le premier cas, cela correspond plutôt à une activité, dans le deuxième à un accomplissement. La distinction des traits [transitionnel] et [télique] n'est utile que pour la description des verbes médians. Tous les verbes que nous avons classés comme initiaux ou finaux sont systématiquement transitionnels et téléliques.

En résumé on distingue donc les classes suivantes de verbes qui ont un comportement différent exprimable dans notre théorie spatio-temporelle :

- ⟨I, N, (+Tran), +Tel⟩ : quitter, laisser, abandonner
- ⟨F, N, (+Tran), +Tel⟩ : atteindre, gagner, regagner, rejoindre...
- ⟨I, Int, (+Tran), +Tel⟩ : évacuer, désertier, vider
- ⟨F, Cont, (+Tran), +Tel⟩ : heurter, percuter, tamponner, emplafonner...
- ⟨F, Int, (+Tran), +Tel⟩ : envahir, investir, pénétrer, réintégrer...
- ⟨M, Int, -Tran, +/-Tel⟩ : arpenter, sillonner, parcourir, ratisser, visiter...
- ⟨M, Spec, -Tran, +/-Tel⟩ : longer, serrer, raser...
- ⟨M, Spec, (+Tran), +Tel⟩ : traverser, contourner, éviter...
- ⟨M, Spec, (+Tran), -Tel⟩ : approcher, fuir...

On trouvera en annexe une table de tous les verbes concernés avec les traits qui les caractérisent.

## 6.5 Représentation des traits sémantiques dans le lexique

### 6.5.1 La place des traits sémantiques dans le lexique

Nous représentons la sémantique des verbes de déplacement par une structure de traits typée (Pustejovsky, 1995; Pollard et Sag, 1994) de la façon suivante, où chaque numéro sera instancié suivant la sémantique propre de chaque verbe. La structure suivante montre comment le verbe *évacuer* est entré dans le lexique (nous rappelons qu'on ne précise ici que les valeurs pertinentes pour la sémantique des verbes de déplacement et que l'on ne considère pas les emplois non spatiaux de ces verbes). Les entrées lexicales comportent une structure de traits traitant des restrictions sur les arguments des verbes et la structure de l'éventualité introduite, cf. (Pustejovsky, 1995; Asher et Lascarides, 1995), notée *Event\_Str*. Nous avons ajouté une structure pour représenter les traits propres aux verbes de déplacement, notée *Mvt\_Str*.

$\left[ \begin{array}{l} \textit{verbe} \\ \\ \text{Event\_Str} \\ \\ \text{Mvt\_Str} \end{array} \left[ \begin{array}{l} \text{event} \\ \text{ARG1: } \boxed{1} \\ \text{ARG2: } \boxed{2} \\ \text{procès: } \boxed{3} \\ \\ \text{polarité: } \boxed{4} \\ \text{loc. rel.: } \boxed{5} \\ \text{télicité: } \boxed{6} \\ \text{transitionnel: } \boxed{7} \end{array} \right] \right]$	$\left[ \begin{array}{l} \text{évacuer} \\ \\ \text{Event\_Str} \\ \\ \text{Mvt\_Str} \end{array} \left[ \begin{array}{l} \text{event} \\ \text{ARG1: } \text{cible} \\ \text{ARG2: } \text{site} \\ \text{procès: } \text{évacuer}' \\ \\ \text{polarité: } \text{initiale} \\ \text{loc. rel.: } \text{interne} \\ \text{télique: } + \\ \text{transitionnel: } + \end{array} \right] \right]$
---	--

Ensuite, à l'aide un processus de traduction au moment de l'interprétation d'une phrase (d'une façon analogue à (Asher et Sablayrolles, 1995)), on obtient une  $\lambda$ -expression classique pour un verbe transitif, avec les informations supplémentaires propres à un verbe de déplacement :

$$\lambda X \lambda x X (\lambda y (\exists e (\textit{evacuer}'(e, x, y) \wedge x = \textit{cible}(e) \wedge y = \textit{site}(e) \\ \wedge \textit{initial}(e) \wedge \textit{interne}(e) \wedge \textit{telique}(e) \wedge \textit{transitionnel}(e))))$$

On pourrait utiliser une autre version de la représentation d'un verbe transitif sous la forme  $\lambda x \lambda y (\cdot \cdot \cdot)$ , mais elle implique un traitement plus complexe de la composition des représentations (cf. par exemple (Asher, 1993)), qui n'est pas nécessaire au niveau basique où nous nous plaçons. Par exemple, en représentant les noms propres "Laure" et "L'IRIT" par les expressions

$$\lambda P(P(\textit{Laure})) \quad \text{et} \quad \lambda P(P(\textit{IRIT}))$$

et en abrégant la représentation de évacuer à

$$\lambda X \lambda x X (\lambda y (A(e, x, y)))$$

où  $A(e, x, y)$  représente

$$\exists e (\textit{evacuer}'(e, x, y) \wedge x = \textit{cible}(e) \wedge y = \textit{site}(e) \\ \wedge \textit{interne}(e) \wedge \textit{interne}(e) \wedge \textit{telique}(e) \wedge \textit{transitionnel}(e))$$

la phrase suivante (avec sa structure syntaxique indiquée par des crochets) :

$$[_P [_{SN} \textit{Laure}] [_{SV} [_V \textit{vacue}] [_{SN} \textit{L'IRIT}]]]$$

aboutit à la représentation logique voulue avec les étapes suivantes, l'ordre de combinaison des expressions étant donné par la structure syntaxique :

$$[_{SV} [_V \textit{vacue}] [_{SN} \textit{L'IRIT}]] \\ \text{donne après une première réduction} \quad \lambda x (\lambda P(P(\textit{IRIT})) \lambda y (A(e, x, y)))$$

et après une nouvelle réduction :  $\lambda x (A(e, x, \textit{IRIT}))$

La combinaison avec le SN sujet donne alors

$$\lambda P(P(\textit{Laure})) (\lambda x (A(e, x, \textit{IRIT})))$$

et par réduction :  $A(e, \textit{Laure}, \textit{IRIT})$

Le problème du temps verbal peut se régler à part de manière classique (cf. (Kamp et Reyle, 1993)), et le présent se représenterait ici par  $e \subseteq_t n$ ,  $n$  étant le temps d'énonciation.

### 6.5.2 Le cas des médians

Dans le cas des médians spécifiques, la valeur de la relation de localisation est de la forme suivante :

loc.rel. : [ *specifique* [ *type* :  $\langle NL_1, NL_2 \rangle$  ] ]

Par exemple pour *monter* :

<b>monter</b>									
Mvt_Str	<table style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">polarité:</td> <td style="padding: 5px;">médián</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">loc. rel.:</td> <td style="padding: 5px;">[ spécifique [ type : <math>\langle</math>le-bas-de,le-haut-de<math>\rangle</math> ] ]</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">télicité:</td> <td style="padding: 5px;">+</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">transitionnel:</td> <td style="padding: 5px;">+</td> </tr> </table>	polarité:	médián	loc. rel.:	[ spécifique [ type : $\langle$ le-bas-de,le-haut-de $\rangle$ ] ]	télicité:	+	transitionnel:	+
polarité:	médián								
loc. rel.:	[ spécifique [ type : $\langle$ le-bas-de,le-haut-de $\rangle$ ] ]								
télicité:	+								
transitionnel:	+								

et la sémantique des NL (Aurnague, 1995; Aurnague, 1996) est ensuite substituée dans la forme logique finale du verbe. Rappelons que l'on ne considère pas les formes intransitives (*la fumée monte*) où transitives indirectes *je monte sur la colline* mais il faut quand même noter que le travail préliminaire effectué ici pourrait être étendu pour tenir compte de ces formes.

### 6.5.3 Caractérisation formelle des traits sémantiques des verbes de déplacement

Chaque objet concret sera, comme on l'a discuté au début de ce chapitre, représenté par sa trajectoire spatio-temporelle : on rappelle que  $x/e$  est la partie temporelle de l'entité  $x$  correspondant à la durée de l'événement  $e$ , et une relation d'inclusion entre deux objets  $x$  et  $y$  "pendant"  $e$  sera donc notée  $P(x/e)(y/e)$ . Pour simplifier la lecture, la lettre  $e$  (éventuellement indicée) sera aussi une variable, et on l'utilisera pour dénoter des éventualités :

**A 6.3**  $\text{deplacement}(e) \rightarrow \text{eventualite}(e)$

**D 6.2**  $\text{eventualite}(e) \hat{=} \text{evenement}(e) \oplus \text{processus}(e)$

Les événements décrivant un déplacement ont les propriétés suivantes :

**A 6.4**  $\text{deplacement}(e) \rightarrow (\text{initial}(e) \oplus \text{final}(e) \oplus \text{median}(e))$

**A 6.5**  $\text{deplacement}(e) \rightarrow (\text{interne}(e) \oplus \text{contact}(e) \oplus \text{specifique}(e) \oplus \text{neutre}(e))$

**A 6.6**  $\text{deplacement}(e) \rightarrow (\text{telique}(e) \oplus \text{atelique}(e))$

**A 6.7**  $\text{deplacement}(e) \rightarrow (\text{transitionnel}(e) \oplus \text{non\_transitionnel}(e))$

**Représentation de la polarité** La phase saillante est soit un événement  $e'$  précédant juste  $e$  (phase initiale), succédant juste à  $e$  (phase finale), ou incluse temporellement dans  $e$ .

**D 6.3**  $\text{initial}(e) \hat{=} \exists e' (\text{MEETS}(e', e) \wedge \text{PSP}(e) = e')$

**D 6.4**  $\text{final}(e) \hat{=} \exists e' (\text{MEETS}(e, e') \wedge \text{PSP}(e) = e')$

**D 6.5**  $\text{median}(e) \hat{=} \exists e' (e' \subseteq_t e \wedge \text{PSP}(e) = e')$

**Représentation des relations de localisation** La cible est spatialement incluse dans l'intérieur du site pendant la phase saillante :

$$\mathbf{D\ 6.6} \quad \text{interne}(e) \hat{=} \text{PP}(\text{cible}(e)/\text{PSP}(e), \text{int}(\text{site}(e)/\text{PSP}(e)))$$

La définition précise de la fonction *int*, qui correspond à l'intérieur d'une entité, se trouve dans (Vieu, 1991); elle dépend du type de l'entité – objet contenant, lieu géographique, bâtiment, entité collective ou massique – et permet de faire intervenir des contraintes ontologiques sur la sémantique des verbes.

$$\mathbf{D\ 6.7} \quad \text{contact}(e) \hat{=} \text{EC}(\text{cible}(e)/\text{PSP}(e), \text{site}(e)/\text{PSP}(e))$$

(La cible est en contact avec le site pendant la phase saillante)

On illustre le comportement spatio-temporel voulu des classes de verbes, par exemple la figure 6.1 montre les trajectoires du site et de la cible, en simplifiant un peu ( $y = \text{site}(e) + \text{int}(\text{site}(e))$ ). Les pointillés indiquent que les objets ont a priori une existence après l'événement *e*, et par continuité on voit une indication des relations pendant le post-state de *e*. Ici la région occupée par *e* n'est pas significative de l'étendue spatio-temporelle, mais sert juste à illustrer son étendue temporelle. Pour la

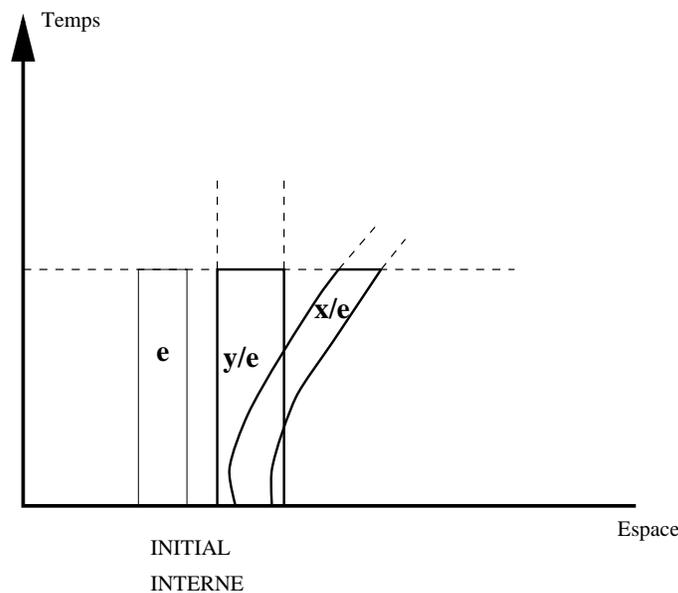


FIG. 6.1 - Illustration spatio-temporelle 2D d'une classe de mouvement (initial, interne).

représentation du changement ou non de localisation nous aurons besoin de quelques définitions préliminaires :

$$\mathbf{D\ 6.8} \quad \text{hors\_de}(x, y, z) \hat{=} \neg \text{C}(x/z)(y/z) \wedge \neg \text{C}(x/z)(\text{int}(y)/z)$$

(*x* est hors de *y* pendant *z*).

$$\mathbf{D\ 6.9} \quad \text{PE}(e) \hat{=} \exists e'(e' \subseteq_t e \wedge \text{hors\_de}(\text{cible}(e), \text{site}(e), e'))$$

PE ("en Partie Externe") exprime que la cible est à un moment de *e* "hors" du site.

$$\mathbf{A\ 6.8} \quad (\text{initial}(e) \vee \text{final}(e)) \rightarrow \text{PE}(e)$$

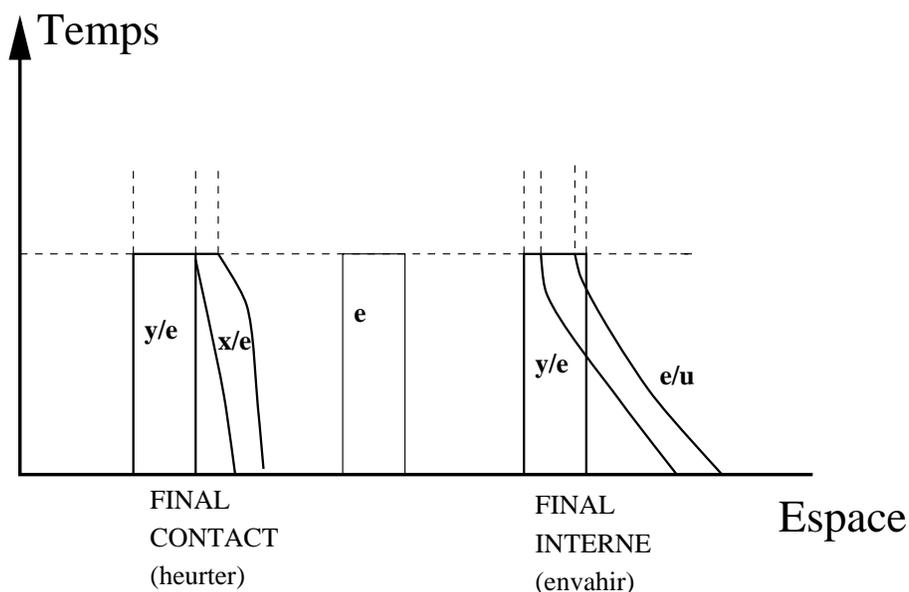


FIG. 6.2 - Illustration spatio-temporelle des classes finales (initial, interne).

Pour les médians internes la phase saillante est constituée par l'événement en entier (et c'est par souci de généralité que l'on parle encore de phase saillante dans ce cas) :

$$\mathbf{A\ 6.9} \quad (\text{median}(e) \wedge \text{interne}(e)) \rightarrow \text{PSP}(e) = e$$

Le déplacement décrit par un médian spécifique transitionnel correspond au passage entre au moins deux régions (ici  $y$  et  $z$ ) définies par rapport au site, qui peuvent être caractérisées plus précisément par des noms de localisation NL et dont la sémantique est substituée pour chaque verbe à  $\text{depend}_1$  et  $\text{depend}_2$  :

$$\begin{aligned} \mathbf{A\ 6.10} \quad & (\text{median}(e) \wedge \text{specifique}(e) \wedge \text{transitionnel}(e)) \rightarrow \\ & \exists y \exists z \exists e_1 \exists e_2 (\text{depend}_1(y, \text{site}(e)) \wedge \text{depend}_2(z, \text{site}(e)) \\ & \wedge \neg \mathbf{C}(y, z) \wedge e_1 < e_2 \\ & \wedge \mathbf{P}(\text{cible}(e)/e_1, y/e_1) \wedge \mathbf{P}(\text{cible}(e)/e_2, z/e_2)) \end{aligned}$$

Dans le cas des médians spécifiques non transitionnels, la trajectoire devra être caractérisée plus précisément par les orientations relatives du site et de la cible au cours du mouvement. A ce stade on peut juste dire que la cible est dans une région  $y$  qui est donnée par la sémantique d'un NL.

$$\begin{aligned} \mathbf{A\ 6.11} \quad & (\text{median}(e) \wedge \text{specifique}(e) \wedge \text{non\_transitionnel}(e)) \rightarrow \\ & \exists y (\text{depend}(y, \text{site}(e)) \wedge \mathbf{P}(\text{cible}(e)/e, y/e)) \end{aligned}$$

Les classes de verbes médianes sont illustrées figure 6.3. Il peut paraître surprenant de rassembler dans la même classe des verbes comme *approcher* ou *contourner*. Ce rapprochement se fait sur la seule base de leurs propriétés topologiques qui impliquent au moins une transition entre des régions dénotées par des NL respectivement associés à la sémantique de chaque verbe. Ce qui les distingue relève de facteurs liés à l'orientation, à la distance, à leur mode d'action et à l'intentionnalité. Tous ces facteurs n'ont

pas encore été intégrés dans le modèle. C’est notamment pour cela que la représentation de certains verbes en figure 6.3 paraît très sous-spécifiée. La prochaine étape sera de prendre en compte les aspects concernant l’orientation.

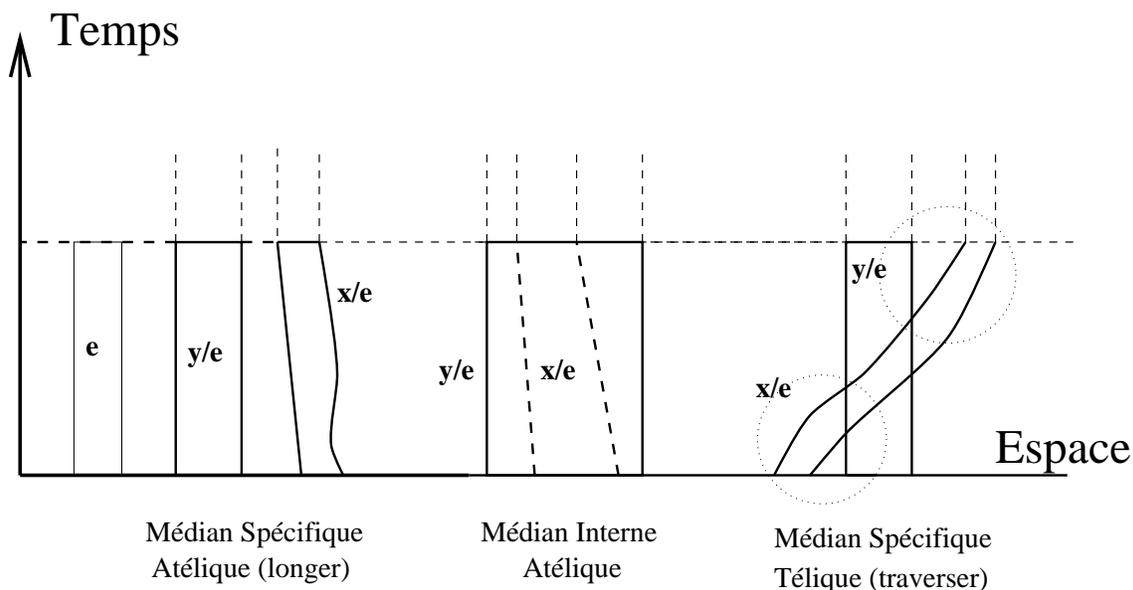


FIG. 6.3 - Illustration des classes médianes.

On a illustré en fait le comportement qui semble intuitivement correspondre à l’expression des classes de mouvement considéré ; cela ne correspond pas strictement aux définitions formelles que l’on a donné, et on va voir maintenant la caractérisation exacte de ces classes et comment elles fournissent une base utile pour commencer à raisonner sur des mouvements “naturels”.

## 6.6 Bilan

Nous avons présenté un travail de sémantique lexicale, en explicitant l’application de la théorie ST à la référence aux objets et aux événements concrets en langage naturel, puis en étudiant une classe de verbes de déplacements du français. Après avoir établi une classification de ces verbes, nous avons proposé une représentation de leur sémantique dans notre modèle logique de l’espace-temps de sens commun. Ce modèle, relationnel et sous-spécifié, semble cognitivement plus adéquat que celui de (Asher et Sablayrolles, 1995). En effet au lieu de reposer sur un espace a priori et de supposer l’existence de régions de l’espace arbitraires sans fondements intuitifs, nos descriptions font émerger des informations contenues dans l’énoncé analysé ou obtenues par des paraphrases que l’on peut inférer à partir de l’énoncé.

Nous allons maintenant étudier certaines propriétés inférentielles de la théorie spatio-temporelle ST ; nous allons voir en particulier quelles formes de raisonnement intuitif on peut représenter dans notre cadre formel, en utilisant notamment les classes linguistiques définies dans ce chapitre. Nous commencerons alors à indiquer sur cette base les choix de relations de mouvement qui devraient servir de base

au raisonnement qualitatif spatio-temporel, en faisant un peu plus abstraction des contraintes que l'on avait ici pour représenter des expressions en langage naturel.

On verra ensuite au chapitre 8, comment on peut utiliser à la fois la représentation des expressions langagières et certaines formes de raisonnement pour traiter la représentation d'itinéraires, un domaine qui utilise beaucoup d'expressions de mouvement.

