

DISCC : Un outil de construction et d'utilisation d'une Base de Connaissances Sémantico-Cognitives des verbes

Brahim DJIOUA

CAMS Equipe LaLIC

Centre d'Analyse de Mathématiques et Sociales
UMR 17 – CNRS / EHESS/ Université de Paris IV
96, Bd Raspail 75006 Paris
djioua@msh-paris.fr

Résumé

Cette communication décrit un outil informatique de construction et de consultation d'un lexique verbal saisi sur des supports informatiques en vue d'une utilisation par des linguistes et qui peut être appelé à certaines étapes d'un traitement automatique de textes écrits. L'analyse du lexique verbal s'inscrit dans un modèle, celui de la Grammaire Applicative et Cognitive (GAC) développé dans l'équipe LaLIC. Le formalisme utilisé est celui du λ -calcul typé et de la logique combinatoire typée avec ses combinateurs. Le lexique verbal est organisé à l'aide d'un langage de représentation sémantico-cognitif (LRSC) s'appuyant sur un ensemble de relateurs et de primitives sémantico-cognitives typées.

Dans un premier temps nous présentons un outil informatique (DISCC) qui a pour tâche d'aider un sémanticien à construire des représentations sémantico-cognitives associées aux significations des verbes; et dans un second temps, nous montrons comment il est possible de consulter les différentes significations d'un vocable verbal polysémique représenté sous forme d'un réseau. La présentation ne présente pas un dictionnaire mais développe une méthodologie de construction et de manipulation d'une base de connaissances sémantico-cognitives des verbes.

1. Introduction

Plusieurs auteurs [Dorr,95], [Saint-Dizier,95], [Victorri,96] notent l'insuffisance de l'utilisation de la sémantique, et plus particulièrement de la polysémie verbale, dans le traitement automatique du langage naturel. Si la syntaxe est largement utilisée lors de l'élaboration de dictionnaires automatiques [Courtois,95],[Mel'cuk,95], la sémantique n'est que trop rarement abordée.

La syntaxe seule est, en effet, insuffisante pour révéler la sémantique du lexique verbal. Un même item verbal peut avoir des constructions syntaxiques identiques mais exprimer des significations différentes. Ainsi les exemples :

- (1) : Un ballon **monte** au dessus de la ville.
- (2) : Le chasseur **monte** sur la colline.
- (3): Le chemin **montait** depuis le village.

reçoivent une même représentation syntaxique (4) : [SN1 V prep SN2] mais leurs représentations sémantiques diffèrent.

L'énoncé (1) exprime un simple mouvement cinématique alors que l'énoncé (2) exprime une relation dynamique où un agent effectue et contrôle une action, quant à l'énoncé (3) il

implique un observateur qui, en parcourant le lieu “chemin”, conceptualise une représentation d'un mouvement d'une entité fictive le long du “chemin”.

Dans les deux premières phrases (1) et (2) la dénotation du sujet syntaxique est une entité qui “monte” alors que dans (3) il est question d'une délimitation de lieu conceptualisée par un observateur fictif.

Le modèle sous-jacent aux représentations des significations verbales est celui de la GAC [Desclés,90], développé par l'équipe LaLIC à partir des travaux généraux du modèle de S.K. Saumyan et de l'extension cognitive du modèle par J,-P Desclés. Le formalisme sous-jacent à ce modèle est le λ -calcul typé [Hindley-Seldin,86] et la logique combinatoire avec types de Curry [Curry-Feys, 58] avec ses combinateurs et son algèbre. En effet il a été montré par, entre autres, Shaumyan [Shaumyan,87] et par Desclés [Desclés,90] que les combinateurs et les types étaient d'excellents instruments formels d'analyse linguistique, non seulement pour la syntaxe mais aussi pour la représentation des significations verbales (voir aussi la thèse de Maryvonne Abraham [Abraham,95]). Ce modèle articule explicitement trois niveaux de représentations: un niveau syntaxique, un niveau prédicatif et un niveau sémantico-cognitif.

Le premier niveau est décrit par une grammaire catégorielle étendue [Biskri, Desclés 95]. Le niveau deux permet de formaliser les opérations prédicatives, d'où des représentations en terme de prédicats, d'arguments et de rôles casuels. Le dernier niveau permet de représenter les significations des prédicats sous forme de Schèmes Sémantico-Cognitifs (désormais SSC) ; ces derniers sont les objets manipulés par notre outil informatique.

L'articulation entre niveaux est assurée par un processus de compilation. Chaque niveau est décrit dans un langage applicatif utilisant la logique combinatoire typée comme cadre formel. Les SSC sont des structures sémantiques construites à l'aide de primitives. Ces dernières sont d'une part les types sémantico-cognitifs de base, d'autres part des relateurs statiques, cinématiques et dynamiques ainsi que des opérateurs élémentaires comme les opérateurs topologiques sur les lieux. Les différents relateurs statiques s'organisent dans une architecture de relateurs plus au moins spécifiques d'un archirelateur de repérage [Desclés, 87]. Les relateurs expriment différentes significations (localisation, ingrédience, attribution, possession, identification,...) de ce que l'on désigne habituellement dans les graphes sémantiques par la relation *is-a*. Les primitives ont été déjà présentées dans plusieurs publications [Desclés, 85,90,98] [Abraham-Desclés,92]. Les SSC s'organisent dans un langage formel avec une grammaire spécifique. Chaque schème exprime une signification verbale ; il est représentable soit par une λ -expression typée, soit, de façon équivalente, par des structures emboîtées plus visuelles et plus accessibles aux utilisateurs humains.

Le langage des représentations sémantico-cognitives (LRSC) permet de représenter des analyses sémantiques que l'on trouve en sémantique cognitive comme les structures conceptuelles de Jackendoff [Jackendoff,90] et la grammaire cognitive de Langacker [Langacker,87]. Cependant, ces analyses ne sont pas assez formalisées et le cadre de la GAC permet de donner plus de précisions. Le LRSC est un langage de représentation des connaissances de niveau comparable aux graphes conceptuels de Sowa [Sowa,84] mais (i) il entre dans une architecture en niveaux d'analyse reliés par des processus de compilation; (ii) il est adapté à la représentation des significations verbales dans le modèle de la GAC; (iii) il fait appel à la puissance de la logique combinatoire avec un calcul sur les types et des processus de réduction des combinateurs.

2. La grammaire des Schèmes Sémantico-Cognitifs

La conception d'un langage de Schèmes suppose une grammaire définie à base de relateurs et de primitives. La grammaire des SSC définit un certain nombre de règles formelles. La

vérification de la bonne formation des expressions applicatives est effectuée par un système de typage fonctionnel défini comme suit :

(i) Un ensemble de types fonctionnels de base $\{J, C, L, M, H, \text{stat}, \text{cinem}, \text{dynam}\}$ est donné au départ.

(ii) Si α et β sont des types alors $F\alpha\beta$ est un type fonctionnel.

On ajoute la règle applicative suivante :

(iii) Si X est de type $F\alpha\beta$ et Y de type α alors l'application de X sur Y notée (XY) est de type β ,

Dans la GAC on distingue le type J des entités individualisées (Un ballon, le chasseur, le chemin,...); le type L des lieux (la ville, le jardin, ...); le type C des entités collectives (la foule, l'armée, ...); le type M des entités massivesⁱ (le beurre, l'eau, ...); le type H des propositions (être-vivant, ...); le type stat des situations statiques (être à) ; le type cinem des situations cinématographiques (avancer, arriver ,...) et le type dynam des situations dynamiques (arriver avec un contrôle,...). On note une entité type par la forme suivante : <type>:<entité> . Ainsi les entités de base sont notées par : J:Un-ballon ; L:la-ville ...

Des opérateurs comme les prépositions (au-dessus de, sur, dans...) opèrent sur des entités individualisables pour former des lieux. Ainsi à l'entité "voiture" on associe a priori le type J. Mais dans l'énoncé "*Jean est dans la voiture*" l'entité "voiture" est considérée comme un lieu ; "dans la voiture" dénote un lieu où est localisé "Jean" [Flageul,97].

Les **situations statiques** décrivent des états. Elles sont décrites essentiellement par la relation de repérage entre un repéré et un repère et la détermination [Desclés,87]. Plusieurs relations statiques sont définies entre un repère et un repéré (voir figure 3). Les relateurs sont typés ; ils ne sont compatibles qu'avec des entités d'un certain type. Les relateurs statiques, appliqués à des entités typées, construisent ce que l'on appelle des situations statiques. Parmi les relateurs statiques on trouve l'archi-relateur de repérage REP qui se spécifie en différents relateurs, dont la différenciation, la localisation et l'attribution (voir figure 1). A ces relations de repérage, on ajoute quelques opérateurs logiques comme la négation, conjonction,..., et quelques prédicats généraux afin de pouvoir construire complètement les situations statiques.

Pour expliquer le dynamisme d'une situation qui est exprimée d'une façon statique, on suppose qu'il y a un observateur fictif qui, en parcourant du regard un lieu global, conceptualise des lieux réels ou mentaux. Ainsi pour représenter la signification de la phrase (iii), un observateur fictif (x^*) qui, en parcourant du regard un lieu global loc_3 : ["la colline"], conceptualise (ou découpe) des entités OBS(x^*) tel que l'ensemble de ces observations constitue le lieu global dans sa généralité . Ces observations sont localisées à des lieux différents de plus en plus élevé.

Relateurs	Types Sémantico-Cognitifs	Arbre applicatif	Explication	Exemples
Repérage (REP)	$F \alpha F \beta \text{stat}$	$F\alpha F\beta \text{stat} : \text{REP } \alpha : Y \quad \beta : X$ ----- $\text{stat} : (\text{REP } Y X)$	repérage entre deux entités de types quelconques	Une entité X est repérée par rapport à Y.
Identification (IDEF)	$F \alpha F \alpha \text{stat}$	$F\alpha F\alpha \text{stat} : \text{IDEF } \alpha : Y \quad \alpha : X$ ----- $\text{stat} : (\text{REP } Y X)$	identification de deux entités de même type.	Paris est la capitale de la France. Chirac est le président de la République.
Egalité (EGAL)	$F \alpha F \alpha \text{stat}$	$F\alpha F\alpha \text{stat} : \text{EGAL } \alpha : Y \quad \alpha : X$ ----- $\text{stat} : (\text{REP } Y X)$	égalité de deux entités de même type (intention)	Un homme est un homme.
Attribution (ATTR)	$F (FJH) F (J, (FJH)) \text{stat}$	$F(FJH)F(J, (FJH)) \text{stat} : \text{ATTR } FJH : Y \quad (J, FJH) : X$ ----- $\text{stat} : (\text{ATTR } Y X)$	attribution d'une propriété à un objet individualisable ou à un concept.	Paul est un grand garçon.
Inclusion (INCL)	$F (FJH) F (FJH) \text{stat}$	$F(FJH)F(FJH) \text{stat} : \text{INCL } FJH : Y \quad FJH : X$ ----- $\text{stat} : (\text{INCL } Y X)$	inclusion d'une classe d'objets dans une classe d'objets.	Les hommes sont mortels.

ⁱ Les entités massives sont distinguées des entités individualisables (J) par le fait qu'on ne peut pas les pointer, ni les désigner individuellement. Des changements de type peuvent s'opérer sur des entités massives pour en construire des entités individualisables comme "un morceau de beurre" ou "un verre d'eau".

Appartenance (APPA)	F (FJH) F J stat	F(FJH)FJ stat : APPA FJH:Y J:X stat : (APPA Y X)	appartenance d'une entité à une classe d'objets.	César est un bon général.
Localisation (LOC2 ou eo)	F L F (JL) stat	FLF(JL)stat : LOC2 L:Y (JL):X stat : (LOC2 Y X)	localisation d'une entité individualisable ou d'un lieu par rapport à un lieu.	Paris est en France. Un jardin entoure la maison.
Ingrédients (INGR)	F C F J stat	FCFJstat : INGR C:Y J:X stat : (INGR Y X)	X est un ingrédient de Y : l'objet X est une partie de l'objet global de Y.	La main fait partie du bras.
Possession (POSS)	F J F J stat	FJFJstat : POSS J:Y J:X stat : (POSS Y X)	X possède Y si Y fait partie des choses que possède X.	Jean a une voiture.

Figure 1 : Quelques relateurs statiques

Les **situations cinématiques** décrivent des mouvements dans un référentiel spatio-temporel ou des changements d'états attribués à un objet. Les primitives cinématiques expriment une modification entre deux situations statiques, que l'on désignera par situation initiale et situation finale. Parmi les primitives cinématiques nous utilisons la primitive MOUVT : le mouvement spatio-temporel d'une entité passant d'un lieu à un autre (ces lieux ne sont pas nécessairement déterminés.)

Les **situations dynamiques** expriment non seulement des mouvements ou des changements d'états mais aussi elles supposent une contrainte externe, qui rend les modifications possibles. Les primitives dynamiques expriment 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 agentive. La situation visée par l'intermédiaire d'une relation de téléonomie (primitive TELEO) doit être la situation finale du mouvement ou du changement d'état effectué et/ou contrôlé par le même agent. Un opérateur TRANS, obtenu en composant les deux opérateurs dynamiques CONTR et FAIRE, est aussi utilisé pour construire des situations dynamiques exprimant une transitivité sémantique (TRANS = $W_{(3)}$ (B^2 CONTR FAIRE))ⁱⁱ.

D'un autre côté l'énoncé linguistique *Le chasseur monte sur la colline* est une structure prédicative que l'on peut réduire à une expression formelle $P_2T^2T^1$ où P_2 est un prédicat à deux places lexicalisé par le verbe "monter-sur", T^1 terme nominal "la colline" et T^2 le terme nominal de "Le_chasseur". Par une compilation (un programme d'abstraction), on peut réduire l'expression symbolique $P_2T^2T^1$ à l'expression applicative (& (CONTR (MOUVT SIT1[x,loc₃] SIT2[x,loc₃] x) (TELEO SIT2[x,loc₃] x)). La signification sémantique de l'unité lexicale "monter-sur" est une expression exprimée par la loi lexicale: " $P_2 = C_{(7)} B_{(4)} B^2 \Phi (B B \Phi) \& \text{CONTR MOUVT TELEO SIT1 SIT2 x}$ ".

Les représentations sémantico-cognitives des exemples (1), (2) et (3) sont représentées respectivement par les schèmes (1'), (2') (figure 1) et (3') (figure 2). Le premier schème décrit le mouvement d'une entité x localisée au dessus (eo dans la figure 1) d'un lieu loc₁ vers une situation où la même entité x est localisée au dessus (eo) d'un autre lieu loc₂ qui se situe à une hauteur plus élevée sur le lieu global loc₃. Le SSC associé à la phrase (2) est construit à l'aide de la primitive "contrôle" appliquée au schème (1') par l'agent x (Le chasseur) et qui vise un but (la situation SIT2) par la primitive de téléonomie TELEO. Le schème de l'exemple (3) est défini par un observateur fictif qui opère sur le lieu global (chemin) pour délimiter des sous lieux loc_i(i=1,...,n) tel que loc_i>loc_j si i<j.

ⁱⁱ Les combinateurs complexes $W_{(3)}$ et B^2 sont respectivement des combinateurs à distance et en puissance. Les combinateurs à distance sont définis par : $X_{(0)} \equiv X$ et $X_{(n)} \equiv B X_{(n-1)}$. Les combinateurs en puissance sont définis par : $X^1 \equiv X$ et $X^n \equiv B X X^{n-1}$ [$B x y z \geq x (y z)$]. Pour plus de précision sur l'utilisation des combinateurs de Curry, on peut consulter [Desclés,90].

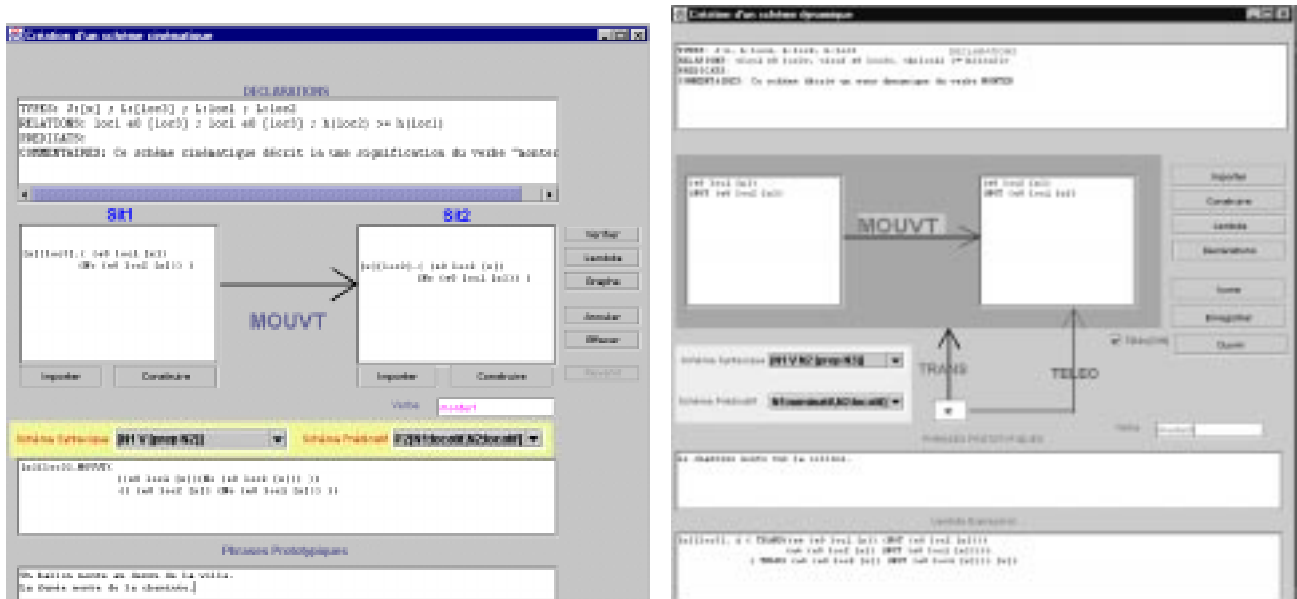


Figure 2: Schèmes Sémantico-Cognitif cinématique et dynamique du verbe *monter*

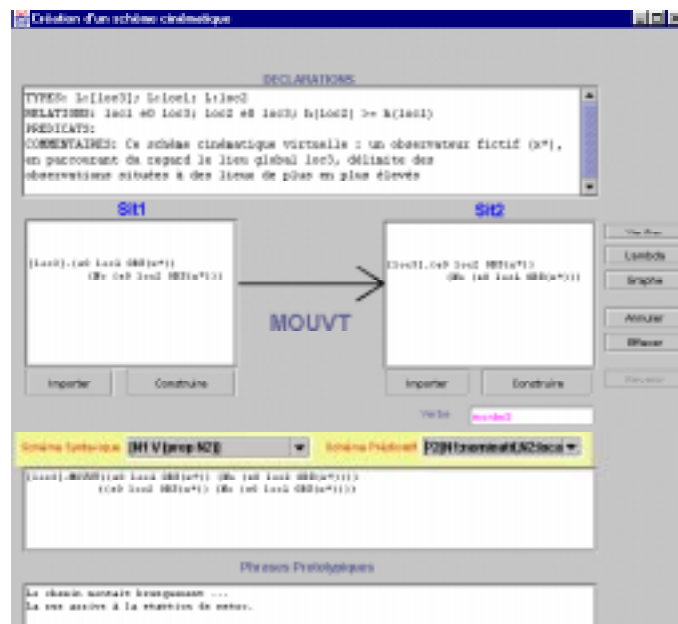


Figure 3 : Schème Sémantico-Cognitif cinématique dit “virtuel” de *monter*

Les SSC reçoivent dans la GAC deux niveaux de descriptions équivalentes. L’une figurative exprimée sous forme de “boîtes” et de “flèches”, nous parlerons alors de représentation schématisée. L’autre, symbolique et fonctionnelle, identifie les SSC à des expressions applicatives typées sous forme normale. L’avantage de la schématisation à l’aide de “boîtes” est sa grande lisibilité par un utilisateur humain. Les SSC exprimés sous forme applicative typée, eux, sont directement utilisables par la machine.

Ce langage nous permettra de représenter les significations verbales associées à des propositions. Il est construit d’une façon récursive. En partant de types élémentaires et par le biais de relateurs statiques liés à la notion de repérage spatio-temporel d’une entité (repérée) par rapport à une autre entité (repère), on construit des situations statiques décrivant des états. Des primitives de modification du référentiel spatio-temporel tels que le mouvement spatio-temporel (MOUVT) ou le changement d’états (CHANGT) permettent de relier deux

situations statiques, ainsi décrites préalablement, pour en construire des situations cinématiques. En ajoutant des notions intentionnelles comme le contrôle, l'effectuabilité ou encore la téléicité, on construit des situations dynamiques.

Chaque verbe polysémique se voit associer non pas une représentation par un schème mais un réseau de SSC liés entre eux par des relations de spécification/généralisation, d'abstraction, de changement de domaine,... Plusieurs exemples de ces réseaux (*monter*, *toucher*,...) ont été donnés dans [Desclés, 98] et une cinquantaine de verbes ont été décrit par cette méthode dans [Abraham, 95]. Pour certains réseaux il existe une racine qui représente la signification abstraite commune à toute les significations du même item verbal; cette racine est un archétype cognitif analogue au "signifié de puissance" de [Picoche, 86].

3. L'outil informatique pour la construction, la manipulation et la consultation d'une base de connaissances sémantiques verbales

La construction, la manipulation et la consultation de la base de connaissances sémantico-cognitives se réalise en deux grandes étapes. La première tâche est de construire et de stocker des SSC correspondant à des items verbaux non instanciés. Une deuxième étape consiste à lier toutes ses significations par des opérations d'emboîtement, d'instanciation ou de détermination afin de construire des réseaux entre SSC traduisant la polysémie verbale. Ces deux étapes sont réalisées soit séparément soit en parallèle.

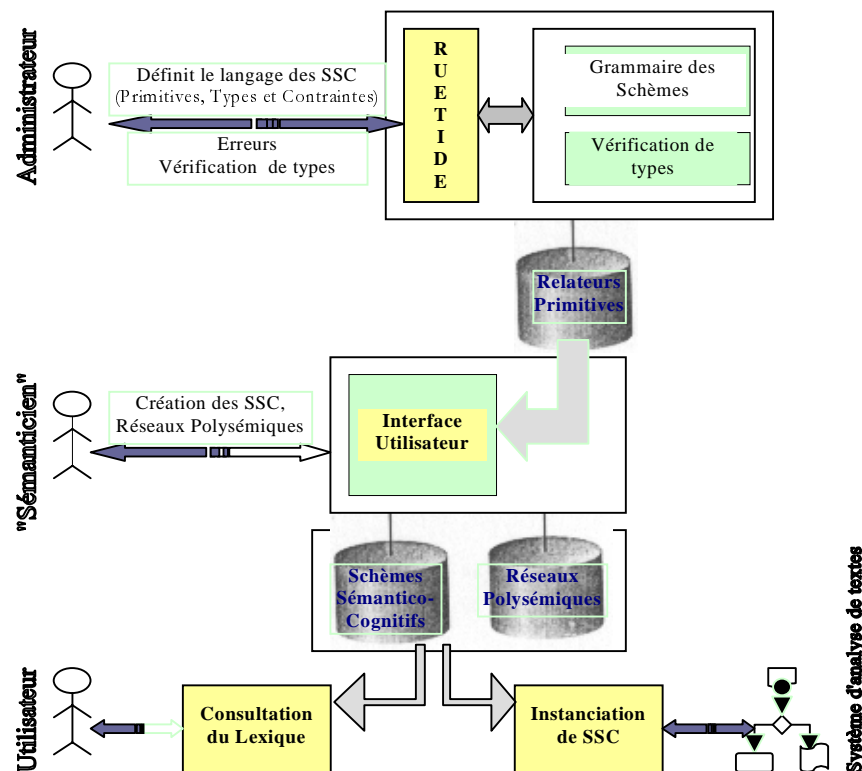


Figure 4 : Architecture générale de DISCC

Avec cette architecture, nous reconnaissons trois niveaux d'utilisation au système DISCC.

- **L'administrateur** du langage des Schèmes Sémantico-Cognitifs, introduit et met à jour les relateurs et les primitives du langage des SSC, présenté sous la forme de la grammaire des Schèmes (décrite plus haut).
- Le **Sémanticien** peut seulement créer, modifier et stocker des SSC en utilisant les seuls relateurs et primitives définis par l'administrateur. Les SSC, ainsi construits,

permettent de construire des réseaux de significations associés aux verbes polysémiques.

- **L'utilisateur**, quant à lui, peut consulter la base de connaissances des SSC et des réseaux, soit un système d'analyse de textes qui a besoin d'instancier des schèmes dans un contexte donné .

Le sémanticien peut, à partir d'une étude linguistique des significations d'un verbe [Abraham,95] et [Desclés,98], saisir, manipuler et stocker des SSC par l'intermédiaire d'un éditeur graphique de DISSC.

- La construction de SSC se fait, d'abord, par le choix du type de SSC à définir, à travers une palette graphique permettant de choisir la primitive à utiliser pour le construire. A tout moment de la construction des SSC, les deux fenêtres d'édition graphique et textuelle (expression applicative) nous donne l'état courant du SSC. Tout en haut de la fenêtre d'édition l'utilisateur peut, à travers un menu contextuel saisir les déclarations générales relatives au SSC statique. Voir l'exemple de la figure 5 pour les détails de la saisie des SSC. A la fin de la construction du SSC, le système DISSC procède à une vérification de types sémantico-logique. Si le SSC ainsi construit est cohérent, le système engendre automatiquement sa représentation applicative sous forme d'une λ -expression typée; sinon un message d'erreur est renvoyé. Cette vérification consiste en un calcul inférentiel de types sur l'expression applicative représentant le SSC ainsi construit. Elle doit résulter un type sémantique identique à celui attendu, en l'occurrence statique, cinématique ou dynamique



Figure 5 : Saisie d'un Schème Statique

- A la demande du sémanticien un programme d'intégration permet de produire le prédicat lexical avec ses places d'arguments typés sous la forme d'un combinateur complexe suivi des relateurs, primitives et des variables à instancier par les actants de la relation prédictive.

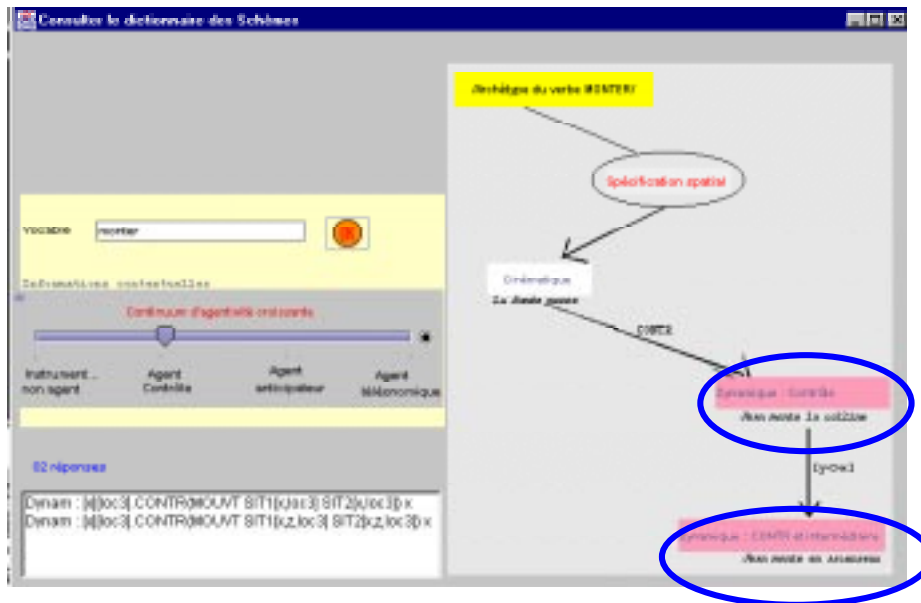


Figure 7 : Un exemple de recherche de SSC

4. Conclusion

Nous avons présenté ici, dans le cadre cognitif de notre recherche, une méthodologie de construction et d'utilisation d'un lexique verbal. Il vise à mettre en avant l'utilité de la polysémie verbale dans l'utilisation d'un dictionnaire lors d'un traitement automatique du langage naturel. Cette analyse, dans le cadre de la Grammaire Applicative et Cognitive, nous a amené à développer un langage formel des représentations des connaissances spécifiquement adapté à la description des significations des verbes polysémiques. Ce langage fait appel à des types sémantico-cognitifs et des primitives typées que nous avons présentés ici d'une façon sommaire. Ce langage (dont nous avons présenté quelques éléments) se présente sous forme d'un outil type -interface utilisateur-, implémenté en Java. Durant l'élaboration du système DISCC, notre souci premier était de maintenir un isomorphisme entre les différents éditeurs graphiques et la grammaire applicative typée des schèmes afin d'avoir un système fiable parce que, il s'appuie sur une grammaire fonctionnelle typée et, il est ergonomique parce qu'il communique avec les différents utilisateurs par le biais d'une interface graphique.

5. Remerciements

Nous remercions Jean Pierre Desclés pour son aide et ses conseils qu'il nous a apporté tout au long de la rédaction de cet article. Nous adressons, aussi, nos remerciements aux lecteurs anonymes pour leurs appréciations pertinentes, sans lesquelles cet article n'aurait pas toute sa clarté.

6. Références

Abraham M (1995) *Analyse Sémantico-Cognitive des verbes de mouvement et d'activité, Contribution méthodologique à la constitution d'un dictionnaire informatique des verbes*, Thèse de Doctorat, EHESS, Paris

Abraham M, Desclés J-P (1992), " Interaction between lexicon and image : Linguistic Specification of animation», Actes de colloque, *COLLING vol 3* pp 1043-1047.

Battistelli D, Valliez C (1997), "De la représentation Sémantico-Cognitive d'un texte à sa représentation iconique ", *Colloque International FRACTAL 97*, 10,11,12 Décembre 1997, Besançon.

Biskri I, Desclés J-P (1995), "Applicative and Combinatory Categorical Grammar (from syntax to functional semantics)", *Acte du Colloque RANLP*, Bulgarie

Courtois B, (1995) "Buts et méthodes de l'élaboration des dictionnaires électroniques du LADL" dans Cahier du C.I.E.L 1994-1995 sous le titre «Théories et Pratiques du Lexique».

Curry, H.B., Feys, R., (1958) *Combinatory Logic*, vol I, North-Holland

Desclés J-P (1985), "Représentation des connaissances : archétypes cognitifs, schèmes conceptuels, schèmes grammaticaux ", *Actes Sémiotiques, Documents VII*, 69-70, Paris CNRS

Desclés J-P (1987), " Réseaux sémantiques : la nature logique et linguistique des relateurs", *Langages 87*, Larousse pp 55-78

Desclés J-P (1990), *Langages Applicatifs, Langues Naturelles et Cognition* , Hermès, Paris.

Desclés J.-P. (1994), "Relations casuelles et schèmes sémantiques", *Langages*, Vol. 113, pp.115-126

Desclés J-P, Falgeul V, Kekenbosch C, Meunier J,-M, Richard J,-F., (1998), "Sémantique cognitive de l'action : une approche théorique et expérimentale" dans *Langages* (ed Guiglione, Desclés, Richard)

Dorr, B.J (1995), "A lexical-semantic solution to the divergence problem in machine translation" dans *Studies in Natural Language Processing "Computational Lexical Semantics"*, Cambridge University Press, pp 367-394

Flageul V (1997), "Description sémantico-cognitive des prépositions spatiales du français", *Thèse de Doctorat , Paris-IV - La Sorbonne*, Paris

Hindley, J. R, Seldin, J. P, (1986) *Introduction to Combinators and Lambda-Calculus*, Cambridge Univ. Press

Jackendoff, R. (1990) *Semantics and Cognition*, MIT Press, Cambridge, MA

Langacker R. (1986), *Foundations of Cognitive Grammar, vol 1 et 2*, Stanford University Press

Mel'cuk I.A, Clas A., Polguère, A, (1995) *Introduction à la lexicologie explicative et combinatoire*, Duculot

Picoche J (1986), *Structures Sémantiques du lexique français*, Nathan, Paris

Saint-Dizier, P. (1995) "Constraint propagation techniques for lexical semantics descriptions" dans *Studies in Natural Language Processing "Computational Lexical Semantics"*, Cambridge University Press, pp 427-440

Saumyan, S. K., (1987) , *A Semiotic Theory of Natural Language*, Bloomington, Indiana Univ. Press

Sowa, J., (1984), *Conceptual structures : information processing in man and machine*, Reading Mass., Addison Wesley

Victorri, B. (1996) *La polysémie : construction dynamique du sens*, avec la collaboration de C.Fuchs , Hermès