Systèmes de types pour la (λ-)DRT ascendante

Pascal Amsili[1] et Nabil Hathout[2]

[1]TALANA, UFRL
Université Paris 7
2, pl. Jussieu, case 7003
F-75251 Paris Cedex 05
amsili@linguist.jussieu.fr

[2]CNRS – INaLF
Château du Montet
Rue du Doyen Roubault
F-54500 Vandœuvre-lès-Nancy
hathout@inalf.cnrs.fr

Résumé

Le terme de λ-DRT désigne un ensemble de méthodes permettant de construire des représentations sémantiques (DRS) à partir d'arbres syntaxiques. La mise en œuvre de telles méthodes nécessite l'élaboration de systèmes de types dont le détail est rarement présenté. C'est à la description d'un tel système que cet article est consacré.

1. Introduction

La « Théorie des Représentations Discursives » (DRT), introduite par Hans Kamp (1981; 1993) a été élaborée dans le cadre de la sémantique formelle, et constitue à ce titre un domaine d'investigation théorique et philosophique des propriétés sémantiques et discursives des langues naturelles (LN). Les propriétés de la DRT font aussi de cette théorie un outil de représentation des connaissances portées par des énoncés en LN. À ce titre, elle a fait l'objet de divers travaux qui élaborent des méthodes compositionnelles de construction de DRS[1]. Le travail présenté dans cet article s'inscrit dans cette lignée.

Notre proposition est basée sur la méthode proposée pour l'anglais par Asher (1993). Notre version de cette méthode utilise des représentations syntaxiques pour le français, inspirée de l'approche générative. Le mécanisme de typage esquissé par Asher a été revu et étendu pour lui donner plus de cohérence et pour traiter des problèmes laissés en suspens dans (Asher, 1993). C'est sur ce mécanisme que nous nous focalisons dans cet article[2]. Nous présentons d'abord la DRT dans ses grandes lignes (§ 2), puis la méthode ascendante que nous utilisons (§ 3), avant de détailler les sytèmes de types eux-mêmes à la section 4.

1. Voir en particulier (van Eijck & Kamp, 1996; Amsili & Bras, 1998) pour une discussion récente sur les problèmes de compositionnalité et de représentationnalité de la DRT.

2. On trouvera dans (Amsili & Hathout, 1996) une présentation dans le même cadre général, mais consacrée à l'interaction temps/négation.

2. La théorie des représentations discursives

La DRT s'intéresse spécifiquement aux discours, c'est-à-dire à des ensembles de phrases formant un tout cohérent. On considère selon cette vue la contribution sémantique de chaque phrase P_i comme une fonction du contexte : étant donné un contexte C_i, la prise en compte de P_i consiste en une «mise à jour» de C_i, qui intègre les éléments nouveaux apportés par P_i, et qui sert à son tour de contexte C_{i+1} pour les phrases suivantes. Les *DRS* (*Discourse Representation Structures* — structures de représentation discursives), généralement représentées sous forme de «boîtes», jouent précisément ce rôle de «contexte».

(1) Pierre possède une voiture. Il la bichonne.

Supposons que les deux phrases de (1) constituent les phrases *initiales* d'un discours. Le contexte initial de (1) est donc vide ; il correspond à la DRS K_0 (figure 1). La contribution de la première phrase de (1) correspond à la DRS K_1 ou plus exactement au passage de K_0 à K_1.

K_0

x y
Pierre(x) voiture(y) x posséder y

K_1

x y u v
Pierre(x) voiture(y) x posséder y u = x v = y u bichonner v

K_2

FIG. 1 – *Représentation du discours (1)*

La boîte K_1 se compose de deux ensembles. Le premier, {x, y}, appelé *univers de discours*, contient des *référents de discours*, analogues à des variables en logique du premier ordre (LPO), chacun correspondant à un «individu» mentionné dans le discours. Ainsi, la première phrase de (1) introduit deux individus, *Pierre* et *une voiture*, représentés respectivement par les référents x et y. Ces individus deviennent ainsi présents dans le contexte ; il est alors possible d'y faire référence par des pronoms anaphoriques comme dans la seconde phrase de (1). Le second ensemble de K_1, {Pierre(x), voiture(y), x posséder y}, regroupe des *DR-conditions* qui portent sur les référents de discours. Ces conditions sont ici des conditions atomiques, dont l'interprétation est la même que celle des prédicats en LPO. Les DR-conditions peuvent également être des expressions complexes faisant intervenir des «sous-DRS» (négation, quantification, etc.).

La seconde phrase de (1) fait passer de K_1 à K_2. De nouveaux référents de discours sont introduits, et de nouvelles conditions sont ajoutées. Cette seconde phrase fait intervenir des pronoms anaphoriques (*il* et *la*), qui, pour être interprétés, doivent être mis en relation avec d'autres référents de discours déjà présents. Cette relation est exprimée par les *équations anaphoriques* figurant dans K_2 : u = x et v = y.

Faute de place, nous nous contentons de cette présentation succincte des aspects les plus élémentaires du langage des DRS [3], et nous nous focalisons maintenant sur la manière de construire une DRS à partir de la donnée d'une phrase en LN. On trouve dans (Kamp & Reyle, 1993) une

3. Comme nous l'avons dit, on trouve dans ce langage des conditions de forme plus complexe, qui permettent de rendre compte de la sémantique de phénomènes comme la négation, la quantification, etc. Par ailleurs, l'ontologie sous-jacente doit évidemment être enrichie dès lors que l'on veut prendre en compte par exemple la dimension temporelle des énoncés, etc. Nous n'évoquerons pas ici tous ces aspects, qui sont présentés en détail dans (Kamp & Reyle, 1993). Nous laissons de côté aussi tous les aspects qui portent sur le problème du traitement des anaphores.

méthode de construction, appelée *descendante*, qui repose sur le repérage de configurations particulières dans l'arbre syntaxique, chaque configuration déclenchant l'introduction de référents de discours et de DR-conditions dans la DRS courante. Cette méthode présente l'inconvénient de n'être pas compositionnelle au sens strict, et pose des problèmes de contrôle pour sa mise en œuvre effective. C'est la raison pour laquelle on préfère en général utiliser une méthode plus opératoire, basée sur les principes mis en œuvre dans la grammaire de Montague et le λ-calcul [4].

3. La méthode ascendante

La DRT ascendante, proposée par (Asher, 1993), procède par λ-abstraction sur les constituants des DRS afin de définir des λ-expressions (*λ-DRS*) que l'on associe aux feuilles de l'arbre syntaxique. Ces λ-DRS, composées par β-réduction, conduisent à une DRS [5]. La construction de la DRS K_i d'une phrase P_i se fait en deux étapes : dans un premier temps, on construit une DRS « incomplète ». Cette construction est ascendante : on part des feuilles de l'arbre, et on «remonte» le long des branches en composant les λ-expressions. Dans un second temps, la représentation incomplète, est «plongée» dans la DRS contexte K_{i-1}, pour permettre la résolution des aspects incomplets (typiquement les équations anaphoriques) et aboutir à K_i.

Nous ne nous intéressons dans cet article qu'à la première étape : la construction, pour une phrase donnée, de la DRS qui lui correspond. Le cœur de la méthode est constitué par la liste des λ-DRS que l'on associe aux différents éléments lexicaux. On va retrouver là des choix analogues à ceux de la tradition montagovienne. On distingue parmi ces λ-DRS d'une part les *DRS prédicatives* associées en particulier aux verbes et aux noms (communs), et d'autre part les *DRS partielles* associées aux déterminants et aux syntagmes nominaux. La composition de λ-DRS de ces deux types peut conduire à des λ-DRS *à la fois* prédicatives et partielles.

On fait l'hypothèse que l'on dispose pour chaque phrase P_i d'une représentation syntaxique, qui décrit son organisation en syntagmes. La théorie syntaxique choisie n'est pas déterminante, dès lors qu'elle rend compte de manière satisfaisante des propriétés linguistiques en jeu. Le travail présenté ici s'appuie sur une analyse des phrases du français qui s'inscrit dans une approche «générativiste» de la syntaxe (Chomsky, 1981).

3.1. Représentation syntaxique

La représentation syntaxique occupe dans la méthode ascendante une position centrale car elle définit la structure syntagmatique qui guide la construction de la DRS et où elle fournit l'ensemble des informations linguistiques nécessaires au calcul. Cette représentation doit donc décrire la décomposition de la phrase en constituants, mais aussi les traits morphologiques de ces derniers, leurs fonctions syntaxiques, leurs attributs et contributions sémantiques, etc. Les représentations syntaxiques que nous utilisons sont des arbres tels que les définit la Théorie X′ (Chomsky, 1981; Chomsky, 1986). Chaque syntagme est composé d'une tête X, des projections intermédiaires X′ et maximales XP de X, et éventuellement de compléments, de spécificateurs et de modificateurs adjoints qui sont eux-mêmes des syntagmes. À titre d'exemple, la représentation de la phrase *Pierre possède une voiture neuve* est donnée en figure 2. Nous ne représentons pas dans cette figure les niveaux de projection intermédiaire lorsqu'ils sont inutiles. Par ailleurs,

4. C'est le cas des tous premiers travaux d'implémentation de la DRT (Frey & Reyle, 1983; Reyle, 1985; Wada & Asher, 1986; Johnson & Klein, 1986) et aussi de nombreuses approches récentes (Asher, 1993; Bos *et al.*, 1994; Blackburn & Bos, 1997).

5. Pour une présentation du λ-calcul, voir (Dowty *et al.*, 1981; Hindley & Seldin, 1986; Krivine, 1990).

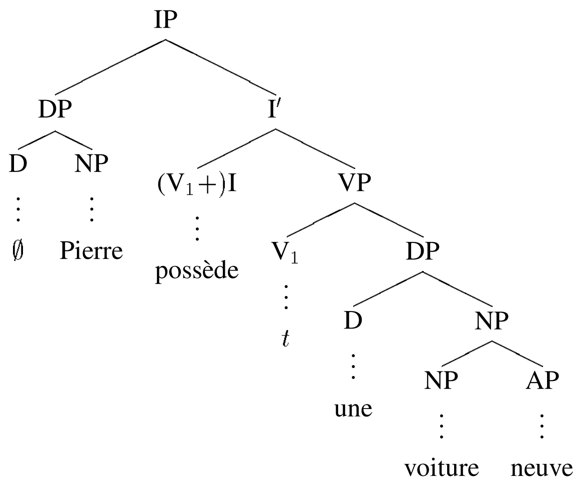


FIG. 2 – *Représentation syntaxique de* Pierre possède une voiture neuve

nous adoptons l'«analyse DP» qui fait du déterminant D la tête du groupe nominal DP. La proposition est considérée comme un syntagme flexionnel IP dont la tête I porte les traits de temps et d'accord, la tête verbale étant générée sous V sans flexion. Pour acquérir cette dernière, V s'adjoint à I en syntaxe (par mouvement de tête), ce que nous avons noté (V+)I[6].

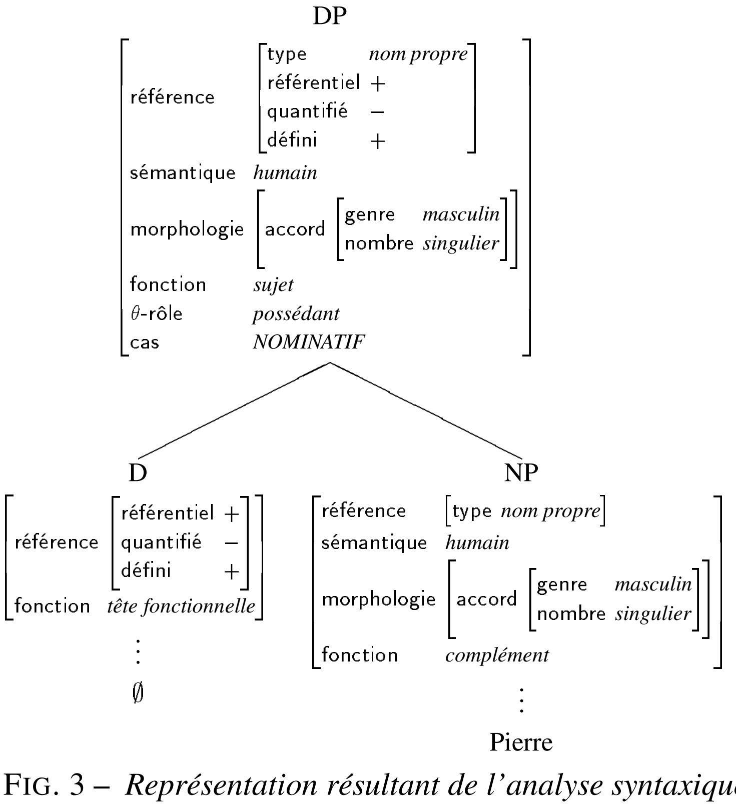


FIG. 3 – *Représentation résultant de l'analyse syntaxique*

L'arbre de la figure 2 ne donne qu'une petite partie des informations dont on dispose à l'issue de l'analyse syntaxique. Certaines proviennent directement du lexique, comme les informations sémantiques générales (le fait que *Pierre* est un humain, etc.). D'autres sont calculées en cours d'analyse, comme les propriétés morphologiques (catégorie, genre, nombre, personne, temps verbal, cas morphologique des pronoms, etc.), les rôles thématiques assignés aux arguments

6. Faute de place, nous ne pouvons expliciter plus en détail les choix résumés dans ce paragraphe. Le lecteur intéressé pourra se reporter à (Haegeman, 1991)

des prédicats, les cas abstraits, etc. Ces informations peuvent être associées à chaque nœud sous forme de structures de traits. On s'abstient en général de les représenter graphiquement pour des raisons évidentes de lisibilité (voir une portion de la représentation pour le groupe nominal sujet de la figure 2 donnée à la figure 3).

3.2. DRS partielles et DRS prédicatives

(2) a. $\lambda \boldsymbol{x} \begin{array}{|c|}\hline \quad \\ \hline \text{voiture}(\boldsymbol{x}) \\ \hline \end{array}$ b. $\lambda \boldsymbol{x} \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|c|}\hline \quad \\ \hline \boldsymbol{x} \text{ posséder } \boldsymbol{y} \\ \hline \end{array}$

On considère que la contribution des verbes et des noms communs, représentés en DRT par des prédicats, est précisément un prédicat, dont l'arité est déterminée par le lexique, et dont les arguments font l'objet d'une λ-abstraction. On associe donc à ces éléments lexicaux des *DRS prédicatives* (PDRS). Par exemple, aux éléments *voiture* et *posséder* sont associées les λ-expressions (2). Les lettres en italique gras représentent des variables portant sur des référents de discours (*DR-variables*). En général, une DRS prédicative est une λ-DRS dans laquelle des arguments d'au moins un prédicat font l'objet d'une λ-abstraction. De manière duale, les λ-expressions de l'autre catégorie, les *DRS partielles*, font une λ-abstraction sur les prédicats. Par exemple, on associe à un déterminant comme *un* la DRS partielle (3a) (où u est un référent de discours nouveau), tout à fait dans la tradition montagovienne — cf., par exemple, (Dowty *et al.*, 1981, pp. 7-17).

(3) a. $\lambda \boldsymbol{P} \lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|c|}\hline \text{u} \\ \hline \boldsymbol{P}(\text{u}) \\ \boldsymbol{Q}(\text{u}) \\ \hline \end{array}$ b. $\lambda \boldsymbol{x} \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|c|}\hline \quad \\ \hline \text{g}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) \\ \hline \end{array}$

c. $\lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|c|}\hline \text{u} \\ \hline \left(\lambda \boldsymbol{x} \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|c|}\hline \quad \\ \hline \text{g}(\boldsymbol{x}, \boldsymbol{y}) \\ \hline \end{array} \right)(\text{u}) \\ \boldsymbol{Q}(\text{u}) \\ \hline \end{array}$ d. $\lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|c|}\hline \text{u} \\ \hline \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|c|}\hline \quad \\ \hline \text{g}(\text{u}, \boldsymbol{y}) \\ \hline \end{array} \\ \boldsymbol{Q}(\text{u}) \\ \hline \end{array}$ e. $\lambda \boldsymbol{Q} \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|c|}\hline \text{u} \\ \hline \text{g}(\text{u}, \boldsymbol{y}) \\ \boldsymbol{Q}(\text{u}) \\ \hline \end{array}$

La combinaison d'une DRS partielle et d'une DRS prédicative donne lieu à deux β-réductions. L'exemple (3) détaille ces deux opérations. La première substitue à la variable $\boldsymbol{P}$ de (3a) la DRS prédicative (3b) : (3c). Celle-ci se trouve donc appliquée à l'argument de $\boldsymbol{P}$, ce qui donne lieu à la seconde β-réduction, qui produit en toute rigueur (3d), lequel est mis finalement sous la forme (3e). Il faut faire à ce propos différentes remarques. Au point de vue technique, il faut noter que le passage de (3d) à (3e) repose sur deux transformations : d'une part, on admet que les variables sous λ figurant dans ces expressions ont toujours une portée large ; d'autre part, on suppose que l'on est capable de « fusionner » les boîtes comme c'est le cas dans cet exemple. Ces deux procédés sont délicats à formuler rigoureusement (Asher, 1993, pp. 98ss), mais ils ne posent pas de problème particulier. Nous laissons de côté ce point dans le reste de cet article. Deux autres aspects vont au contraire nous occuper particulièrement. D'abord, il faut noter que le calcul peut conduire à l'apparition de λ-DRS *à la fois* partielles et prédicatives (ex. (3e)) ; d'autre part, et c'est une conséquence de ce qui précède, l'ordre d'application de deux λ-DRS données n'est pas toujours déterminé seulement par la nature «partielle» ou «prédicative» (dans (3), on «applique» la DRS partielle (3a) à la DRS prédicative (3b)) : il est nécessaire de raffiner le typage des λ-expressions pour garantir que l'on applique la bonne λ-DRS à l'autre (cf. § 4.1). Ensuite, on trouve des cas de combinaison dans lesquels le choix de la variable à saturer (cf. choix de $\boldsymbol{x}$ dans le passage de (3c) à (3d)) est problématique car il ne peut être déterminé par la forme seule des expressions. Il est alors nécessaire de disposer d'informations sur les rôles thématiques (θ-rôles) des variables (cf. § 4.2).

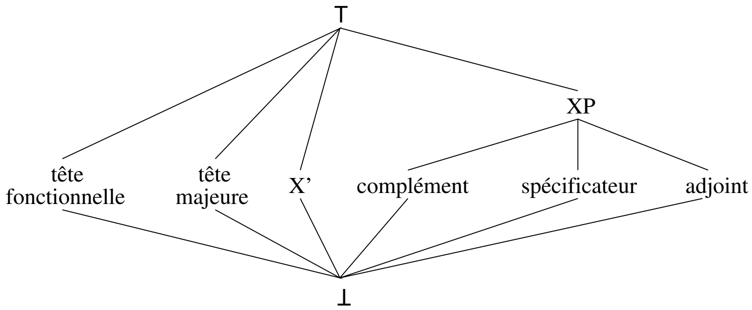


FIG. 4 – *Treillis de types pour les λ-DRS*

4. λ-calcul typé pour la composition des λ-DRS

On peut schématiser la situation de composition de la manière suivante : un nœud N étant donné, ayant deux fils N_1 et N_2 auxquels sont attachés respectivement les λ-DRS λ-D_1 et λ-D_2, la λ-DRS associée à N est obtenue par composition de λ-D_1 et λ-D_2.

4.1. Typage par les fonctions syntaxiques

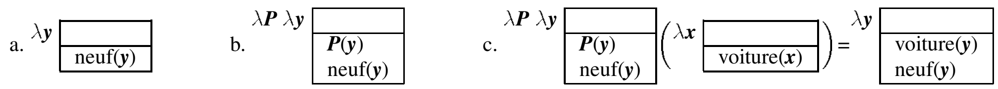
Comme nous l'avons évoqué, la nature de λ-D_1 et λ-D_2 ne permet pas de déduire l'ordre de composition. C'est la configuration syntaxique qui permet de déterminer cet ordre composition, la configuration syntaxique étant elle-même déterminée par la fonction syntaxiques des nœuds en jeu. Nous ne pouvons pas exemplifier ici ces différents cas, qu'il est possible de résumer dans le tableau (4)[7] :

(4)

Type λ-D_1	Type λ-D_2	Composition	Type résultat
X_f	Compl	$D_1(D_2)$	X′
X_m	Compl	$D_2(D_1)$	X′
Spec	X′	$D_1(D_2)$	XP
XP	Adjoint	(promotion(D_2))(D_1)	XP

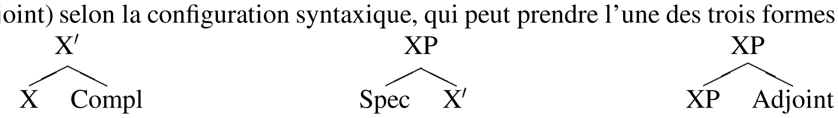
L'adjonction constitue un cas particulier, la forme des λ-expressions rend nécessaire une opération de *promotion de l'adjoint* qui transforme une DRS prédicative comme (5a) en une DRS partielle et prédicative (5b). La suite de la composition est une simple application de la DRS partielle à la PDRS du constituant modifié (5c).

(5)



Les règles (4) s'appuient sur le treillis de types donné en figure 4. Ce sont les homologues pour la construction des DRS des principes de la Théorie X′. Nous avons regroupé les compléments, les spécificateurs et les adjoints dans un sur-type XP afin de rendre compte de la «dualité» des fonctions syntaxiques qui se définissent d'une part par rapport aux pères et aux

7. Dans ce tableau, nous utilisons les notations habituelles de la syntaxe X′, qui distingue, outre les têtes (X), les projections intermédiaires (X′) et maximales (XP), la notion de complément (Compl), de spécificateur (Spec) et d'adjoint (Adjoint) selon la configuration syntaxique, qui peut prendre l'une des trois formes :



Dans notre cas, on distingue en plus les têtes fonctionnelles (X_f) des têtes prédicatives, dites majeures (X_m).

frères, et d'autre part par rapport à leurs fils. Bien que le typage des λ-DRS soit relatif aux fonctions remplies par les nœuds vis-à-vis de leur père et de leurs frères, nous sommes amenés à les typer dans la partie droite des règles à l'aide de ce sur-type, sans référence à la fonction qu'ils remplissent effectivement dans l'arbre. Signalons également que les règles (4) ne sont pas « orientées » en ce sens qu'elles s'appliquent à une paire d'opérandes sans tenir compte de l'ordre linéaire dans lequel ils apparaissent dans l'arbre syntaxique. Par ailleurs, il est nécessaire de disposer de règles de « translation de type » pour traiter les λ-DRS qui se trouvent sur un nœud qui n'a pas de frère et qui se projette simplement en un nœud de niveau de barre supérieur (X en X′ ou X′ en XP).

(6) Composition :

$$\left(\lambda \boldsymbol{P}\, \lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|c|}\hline \mathrm{u} \\ \hline \boldsymbol{P}(\mathrm{u}) \\ \boldsymbol{Q}(\mathrm{u}) \\ \hline\end{array}\right):\mathsf{X}_f \odot \left(\lambda \boldsymbol{x} \begin{array}{|c|}\hline \quad \\ \hline \mathrm{voiture}(\boldsymbol{x}) \\ \hline\end{array}\right):\mathsf{Compl} \Rightarrow \left(\lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|c|}\hline \mathrm{u} \\ \hline \mathrm{voiture}(\mathrm{u}) \\ \boldsymbol{Q}(\mathrm{u}) \\ \hline\end{array}\right):\mathsf{X}'$$

Translation :

$$\left(\lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|c|}\hline \mathrm{u} \\ \hline \mathrm{voiture}(\mathrm{u}) \\ \boldsymbol{Q}(\mathrm{u}) \\ \hline\end{array}\right):\mathsf{X}' \Rightarrow \left(\lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|c|}\hline \mathrm{u} \\ \hline \mathrm{voiture}(\mathrm{u}) \\ \boldsymbol{Q}(\mathrm{u}) \\ \hline\end{array}\right):\mathsf{XP}$$

Ce premier typage est illustré en (6) par la construction de la λ-DRS associée au syntagme nominal *une voiture* via la règle de composition X_f-Compl et une translation de type. Cet exemple montre clairement que ce sont les λ-DRS qui sont typées et non pas les PDRS-variables ni les boîtes du calcul. En d'autres termes, la composition exemplifiée en (3) demeure dans le cadre du λ-calcul non typé proposé par (Asher, 1993). Les boîtes et les PDRS-variables ne peuvent en effet pas être typées par les fonctions syntaxiques car ces informations sont déterminées par le contexte de chaque syntagme et non par son contenu : la structure d'un syntagme ne permet pas de lui assigner une fonction syntaxique, ni de définir compositionnellement un type pour la boîte qui lui est associée.

La mise en œuvre du typage par les fonctions syntaxiques impose ainsi à la DRT ascendante de franchir un pas de plus dans son intégration avec la représentation syntaxique. Asher (1993) utilise uniquement la structure arborescente pour établir un ordre de précédence sur l'application des opérations de composition des λ-DRS. Cette précédence ne permettant pas de caractériser totalement les opérations de composition, nous proposons d'utiliser les informations associées aux nœuds pour spécifier plus complètement ces opérations (cf. (4)). Notons que la nature compositionnelle du calcul ascendant des DRS ne se trouve pas affaiblie par le recours aux systèmes de types que nous proposons : ces derniers sont totalement déterminés par la représentation syntaxique qui sert de base à ce calcul.

4.2. Typage par les θ-rôles

(7) Pierre gravit une falaise

La composition des λ-DRS peut être dans certains cas problématique car ni leurs DR-variables ni leurs PDRS-variables ne sont ordonnées. Ainsi, par exemple, pour une phrase telle que (7), le verbe *gravir* est représenté par une DRS prédicative à deux variables (8a). Lors de la composition de cette λ-DRS avec la DRS partielle correspondant au syntagme nominal *une falaise* (8a), deux β-réductions ont lieu (cf. § 3.2). La première est complètement spécifiée par la règle de composition. En revanche, pour la seconde (application de la DRS prédicative au référent de discours de la DRS partielle) rien ne permet de choisir quelle variable doit être saturée. Ainsi, u peut saturer indifféremment $\boldsymbol{y}$ ou $\boldsymbol{x}$, ce qui donne l'une des deux formes données sous (8b), dont seule une est acceptable.

(8) a. $\lambda \boldsymbol{x} \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|c|}\hline \\ \hline \boldsymbol{x} \text{ gravir } \boldsymbol{y} \\ \hline \end{array}$ $\qquad$ $\lambda \boldsymbol{P} \begin{array}{|l|}\hline \quad \text{u} \\ \hline \text{falaise(u)} \\ \boldsymbol{P}\text{(u)} \\ \hline \end{array}$

b. $\begin{array}{|l|}\hline \qquad \text{u} \\ \hline \lambda \boldsymbol{x} \begin{array}{|l|}\hline \\ \hline \text{falaise(u)} \\ \boldsymbol{x} \text{ gravir u} \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array}$ $\qquad$ $\begin{array}{|l|}\hline \qquad \text{u} \\ \hline \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|l|}\hline \quad \text{u} \\ \hline \text{falaise(u)} \\ \text{u gravir } \boldsymbol{y} \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array}$

Le choix de la variable que doit saturer un référent de discours donné dépend à la fois de la sémantique lexicale du prédicat qui les contient, et des relations thématiques établies entre ce prédicat et ses arguments dans la représentation syntaxique. Par exemple, en (8a), le verbe *gravir* est représenté par une DRS partielle à deux variables $\boldsymbol{x}$ et $\boldsymbol{y}$, l'une correspondant au gravissant et l'autre au gravi. Dans la représentation syntaxique de (7), les syntagmes nominaux *Pierre* et *une falaise* qui remplissent ces rôles sont identifiés par l'analyseur (cf. figure 3) et deux relations thématiques sont établies avec le prédicat verbal. Ainsi, en associant à chaque référent de discours le θ-rôle du constituant auquel est accrochée la λ-DRS qui l'introduit, et à chaque variable le θ-rôle qui lui correspond dans la grille thématique du prédicat, on peut imposer sur les β-réductions du type (3c) une contrainte de compatibilité entre les θ-rôles de la variable et du référent de discours. Plus précisément, les θ-rôles sont associés aux variables et aux référents de discours sous la forme d'un typage ; la compatibilité entre deux types est calculée relativement à un treillis de types. Reprenons l'exemple (7). Les constituants *Pierre* et *une falaise* ont respectivement pour λ-DRS (9a) et (9c) ; la λ-DRS associée au verbe *gravir* est (9b). On peut alors construire la DRS de (7) en appliquant les règles du λ-calcul typé (Krivine, 1990).

(9) a. $\lambda \boldsymbol{P} \begin{array}{|l|}\hline \text{a:gravissant} \\ \hline \text{Pierre(a)} \\ \boldsymbol{P}\text{(a)} \\ \hline \end{array}$ $\qquad$ b. $\lambda \boldsymbol{x}\text{:gravissant } \lambda \boldsymbol{y}\text{:gravi} \begin{array}{|c|}\hline \\ \hline \boldsymbol{x} \text{ gravir } \boldsymbol{y} \\ \hline \end{array}$ $\qquad$ c. $\lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|l|}\hline \text{c:gravi} \\ \hline \text{falaise(c)} \\ \boldsymbol{Q}\text{(c)} \\ \hline \end{array}$

Notation. La DRT ascendante met donc en œuvre au moins deux systèmes de types concurrents, l'un sur les λ-DRT, l'autre sur les DR-variables et les référents de discours. Pour noter ces differents typages, on ajoute un troisième champ aux DRS dans lequel on rassemble les typages des entités manipulés. Cette nouvelle rubrique correspond donc au « *contexte* Γ » du λ-calcul typé. En convenant de noter par un point la (λ-)DRS courante, cela donne pour les λ-DRS (9) :

(10) a. $\lambda \boldsymbol{P} \begin{array}{|l|}\hline \quad \text{a} \\ \hline \text{.:Spec} \\ \text{a:gravissant} \\ \hline \text{Pierre(a)} \\ \boldsymbol{P}\text{(a)} \\ \hline \end{array}$ $\qquad$ b. $\lambda \boldsymbol{x} \lambda \boldsymbol{y} \begin{array}{|l|}\hline \\ \hline \text{.:X}_m \\ \boldsymbol{x}\text{:gravissant} \\ \boldsymbol{y}\text{:gravi} \\ \hline \boldsymbol{x} \text{ gravir } \boldsymbol{y} \\ \hline \end{array}$ $\qquad$ c. $\lambda \boldsymbol{Q} \begin{array}{|l|}\hline \quad \text{c} \\ \hline \text{.:Compl} \\ \text{c:gravi} \\ \hline \text{falaise(c)} \\ \boldsymbol{Q}\text{(c)} \\ \hline \end{array}$

Le typage des DR-variables et des référents de discours par les θ-rôles ne pose pas de problème particulier pour sa mise en œuvre. Pour les prédicats qui assignent les θ-rôles, cette information est directement codée dans le lexique, sur la λ-DRS qui leur y est associée. Aux DR-variables et aux référents de discours qui participent à la construction des arguments, on affecte initialement le type le universel $\top$. Ces types sont composés de la manière habituelle tant qu'aucun rôle thématique n'est assigné aux nœuds auxquels sont accrochées les λ-DRS qui les contiennent (i.e. pour les nœuds N, N′, NP, D et D′ dans le cas d'un syntagme nominal comme *une falaise*). Lorsque la composition des λ-DRS produit une boîte accrochée à un nœud qui reçoit un θ-rôle, une nouvelle contrainte de type est imposée sur le référent de discours introduit au niveau de la tête fonctionnelle de ce syntagme. Le type du référent est alors le plus grand sous-type commun du type universel $\top$ et du type τ correspondant au θ-rôle, c'est-à-dire τ.

4.3. *Traits sémantiques*

Outre les deux systèmes de types que nous venons de décrire, la DRT «classique» en utilise un troisième qui code les propriétés morphologiques et sémantiques nécessaires à la résolution des anaphores. Les propriétés morphologiques concernent le genre, le nombre, la personne, le temps verbal, etc. ; ces informations sont calculées lors de l'analyse syntaxique. Les propriétés sémantiques décrivent les traits pertinents pour distinguer les différents référents de discours de la DRS ; elles sont décrites dans le lexique et sont recopiées telles quelles dans l'arbre syntaxique. Bien que l'on représente communément ces informations comme des DR-conditions, elles ne relèvent pas du même niveau puisqu'elles n'interviennent pas directement dans l'interprétation. Il est préférable de les représenter séparément sous la forme d'un typage complexe à l'aide de structures de traits typées semblables à celles du langage de programmation logique Life (Aït-Kaci & Podelski, 1993) : on associe à chaque référent de discours un type morphologique et sémantique, et on contraint le processus de résolution anaphorique à s'assurer que les deux membres d'une équation anaphorique sont compatibles (unifiables). À titre d'exemple, si l'on utilise les informations décrites dans la figure 3, la λ-DRS (10a) devient (11) :

(11)

$$\lambda \boldsymbol{P}\ \begin{array}{|l|}\hline \multicolumn{1}{|c|}{\mathsf{a}} \\ \hline \mathsf{.{:}Spec} \\ \mathsf{a{:}gravissant} \\ \mathsf{a{:}} \begin{bmatrix} \mathsf{sémantique} & \textit{humain} \\ \mathsf{morphologie} & \begin{bmatrix} \mathsf{accord} & \begin{bmatrix} \mathsf{genre} & \textit{masculin} \\ \mathsf{nombre} & \textit{singulier} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \\ \hline \text{Pierre}(\mathsf{a}) \\ \boldsymbol{P}(\mathsf{a}) \\ \hline \end{array}$$

Les structures de traits typées qui servent à contraindre les résolutions anaphoriques sont simplement recopiées au niveau des nœuds qui introduisent les DR-variables ou les référents de discours. Lors de la composition des λ-DRS, les structures de traits associées aux résultats sont obtenues en unifiant celles des DR-variables et des référents de discours impliqués.

5. Conclusion

La DRT ascendante est une méthode de calcul compositionnel des DRS, basée sur la représentation syntaxique des phrases. Cette méthode est formalisée dans le cadre du λ-calcul : les éléments du langage sont des boîtes contenant des variables sous λ (λ-DRS) que l'on compose par β-réduction. La composition des λ-DRS est cependant sous-spécifiée, dans sa version classique, pour plusieurs points essentiels, en particulier la sélection de la règle de composition et des variables à saturer. Nous avons proposé dans cet article une solution qui consiste à typer les λ-DRS par les fonctions syntaxiques des nœuds auxquels elles sont accrochées, à formuler les règles de composition dans le cadre du λ-calcul typé et à typer les DR-variables et les référents de discours à l'aide des rôles thématiques. Par ailleurs, nous avons proposé de déplacer les contraintes morpho-syntaxiques et sémantiques de l'ensemble des DR-conditions vers le contexte (au sens du λ-calcul typé) associé à chaque boîte. La DRT ascendante typée est ainsi mieux définie du point de vue opératoire. Il nous reste à montrer formellement que les aménagements que nous proposons préservent les propriétés théoriques établies par Asher (1993). Nous travaillons également sur l'utilisation de versions plus sophistiquées de la grammaire sous-jacente dans lesquelles les configurations structurelles seraient suffisamment discriminantes pour permettre de typer directement les PDRS-variables et les λ-DRS, sans avoir à considérer les règles de composition.

Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier Joan Busquet pour sa relecture critique, ainsi que les relecteurs de TALN98. Il va de soi que le contenu de cet article reste de leur seule responsabilité.

Références

AMSILI P. & BRAS M. (1998). DRT et compositionnalité. *TAL*, **39**(1). à paraître.

AMSILI P. & HATHOUT N. (1996). Computational semantics of time/negation interaction. In *Proc. of COLING 96 (Int. Conf. on Computational Linguistics)*, København.

ASHER N. (1993). *Reference to Abstract Objects in Discourse*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

AÏT-KACI H. & PODELSKI A. (1993). Towards a meaning of life. *Journal of Logic Programming*, **16**(3 & 4), 195–234.

BLACKBURN P. & BOS J. (1997). *Representation and Inference for Natural Language. A First Course in Computational Semantics*. Lecture notes for ESSLLI97, Universität des Saarlandes.

BOS J., MASTENBOEK E., MCGLASHAN S., MILLIES S. & PINKAL M. (1994). A compositionnal DRS-based formalism for NLP applications : λ-DRT. In H. BUNT, R. MUSKENS & G. RENTIER, Eds., *Proc. of IWCS'94 (Intl. Workshop on Computational Semantics)*, Tilburg.

CHOMSKY N. (1981). *Lectures on Government and Binding*. Dordrecht: Foris.

CHOMSKY N. (1986). *Barriers*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

DOWTY D. R., WALL R. E. & PETERS S. (1981). *Introduction to Montague Semantics*. Reidel.

FREY W. & REYLE U. (1983). A prolog implementation of lexical functional grammar as a base for a natural language processing system. In *Proc. of EACL'84*, p. 52–57.

HAEGEMAN L. (1991). *Introduction to Government and Binding Theory*. Oxford, UK: Basil Blackwell.

HINDLEY J. R. & SELDIN J. P. (1986). *Introduction to Combinators and λ-calculus*. Cambridge University Press.

JOHNSON M. & KLEIN E. (1986). Discourse, anaphora and parsing. In *Proc. of COLING'86*, p. 669–675, Bonn.

KAMP H. (1981). A theory of truth and semantics representation. In GROENENDIJK, JANSEN & STOKHOF, Eds., *Formal Methods in the Study of Language*. Amsterdam: Mathematical Centre Tracts.

KAMP H. & REYLE U. (1993). *From discourse to logic*. Kluwer Academic Publisher.

KRIVINE J.-L. (1990). *Lambda-calcul. Types et modèles*. Paris: Masson.

REYLE U. (1985). Grammatical functions, discourse referents and quantification. In *Proceedings of International Joint Conference on Artificial Intelligence, 8*, Los Angeles.

SEDOGBO C. (1988). SYSLOG: A drt system in prolog. In P. SAINT-DIZIER & V. DAHL, Eds., *Natural Language Understanding and Logic Programming, II*, p. 169–201. North Holland.

VAN EIJCK J. & KAMP H. (1996). Representing discourse in context. In J. VAN BENTHEM & A. TER MEULEN, Eds., *Handbook of Logic and Linguistics*. Elsevier.

WADA H. & ASHER N. (1986). BUILDRS: An implementation of DR Theory and LFG. In *Proc. of COLING'86*, Bonn.