Publié dans Travaux de logique 13, 125-146, 1999,
source qui doit être utilisée pour toute référence à ce travail

DES CATÉGORIES MOBILES POUR L'INTERFACE ENTRE SYNTAXE ET SÉMANTIQUE.
PEUT-ON ADAPTER LA NOTION MONTAGOVIENNE DE CATÉGORIE À LA THÉORIE CHOMSKYENNE DU LANGAGE?

Alain LECOMTE

1. Introduction

Cet exposé ne traite pas à proprement parler du «rôle et des enjeux de la notion de catégorie *en logique*» mais plutôt du «rôle et des enjeux de la notion de catégorie logique dans la théorie du langage». On n'en voudra peut-être pas trop à son auteur si on se souvient de la phrase par laquelle Richard Montague (1970) débute son fameux article *Universal Grammar*:

> There is in my opinion no important theoretical difference between natural languages and the artificial languages of logicians; indeed, I consider it possible to comprehend the syntax and semantics of both kinds of languages within a single natural and mathematically precise theory.

On lui en voudra peut-être un peu néanmoins si on se reporte à un fait particulier que Noam Chomsky (1996) met en évidence dans la citation suivante:

> ... the fact that objects appear in the sensory output in positions "displaced" from those in which they are interpreted, under the most principled assumptions about interpretation. This is an irreducible fact about human language, expressed somehow in every contemporary theory of language.[...] We want to determine why language has this property and how it is realized [...] Minimalist assumptions suggest that the property should be reduced to morphology-driven movement.

La mise en opposition de ces deux points de vue est éclairante. Ce qui est frappant dans la position de Chomsky, c'est qu'elle est contradictoire en apparence avec celle de Montague (il y a bien une différence entre les deux espèces de langage), mais qu'en même temps elle ne la rejette pas radicalement. En effet, elle utilise un point de comparaison pour attribuer une propriété à la langue et ce point de comparaison est un langage formel. «Les hypothèses les plus communément admises à propos de l'interprétation» auxquelles fait référence Chomsky consistent à déterminer la forme *logique* des énoncés, laquelle est plus ou moins calquée sur une formule de logique des prédicats du premier ordre. Ainsi, la différence fondamentale, théorique, entre un langage artificiel utilisé par les logiciens et une langue naturelle résiderait dans l'existence, pour ces dernières, de déplacements de certains constituants. Ces constituants se déplaçant d'une position où ils sont «normalement interprétés» vers une position qu'on peut qualifier comme étant «de surface». Ainsi, à titre d'exemple, une interrogative:

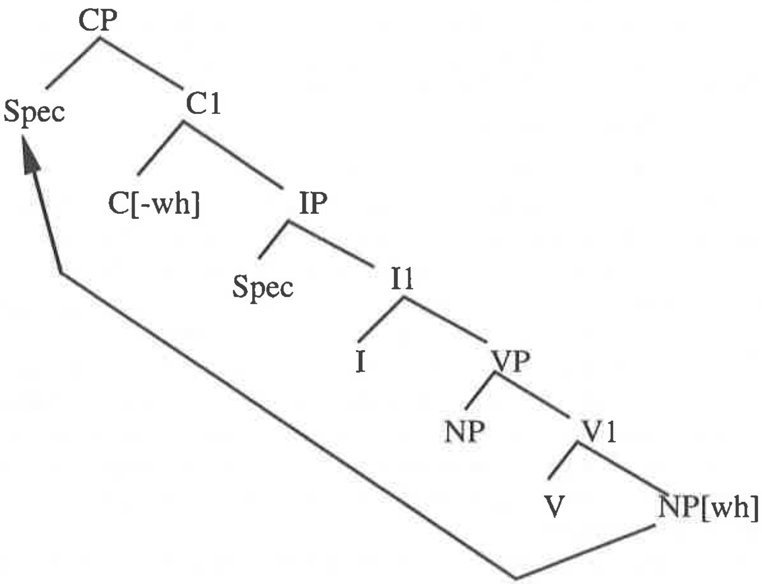
(1) *Quel roman Marie lit-elle?*

est formée par un déplacement du syntagme interrogatif *quel roman* d'une position où il est «normalement» interprété: celle de complément direct de *lire* vers une position antéposée. Ce mécanisme n'est pas observé dans toutes les langues, par exemple en chinois ou en japonais le syntagme interrogatif demeure *in situ*, de même en français populaire où nous pouvons avoir:

(1') *Marie lit quel roman?*

2. Catégories chomskyennes

La solution proposée par Chomsky (1996) consiste à admettre que les objets lexicaux et syntaxiques d'une langue sont munis de traits (*features*) et que les phrases sont correctes *lorsque tous les traits ont été vérifiés*. Par exemple, un syntagme interrogatif possède un trait [wh] qui doit être vérifié. Dans le cas présent, il ne peut le faire qu'en venant occuper une position qui permette cette vérification. Une telle position est invariablement celle de spécifieur par rapport à une tête fonctionnelle dotée du trait complémentaire, qu'on peut noter [-wh].



Ceci n'explique évidemment pas pourquoi le phénomène est visible dans certaines langues et pas dans d'autres. Pour cela, il faut rajouter une hypothèse supplémentaire, selon laquelle les traits sont dotés d'un paramètre booléen, leur valeur étant: soit fort, soit faible. Un trait fort commande un déplacement visible (*overt move*), c'est-à-dire un déplacement qui se traduit dans la forme phonologique (FP), alors qu'un trait faible ne commande qu'un déplacement invisible (*covert move*), c'est-à-dire un déplacement se produisant après l'obtention de la forme phonologique, sur le chemin de l'obtention de la forme logique (FL). Cela sous-entend que, quelle que soit la langue, la forme logique de (1) est quelque chose comme:

(2) {Quel x} (x = roman) $\wedge$ (Marie lit x)

Autrement dit, même en chinois et même en français populaire, le syntagme interrogatif se déplace «vers le haut». Ce déplacement est de plus visible en français standard (ou en anglais): comparer (1) et (2). On dira qu'en français standard ou en anglais, le trait [wh] est fort, alors qu'il est faible en chinois ou en français populaire.

Un phénomène du même ordre s'observe dans la comparaison du français et de l'anglais à propos du placement de l'adverbe (cf. Pollock 1997). Considérons:

(3) *Peter tenderly kisses Mary*

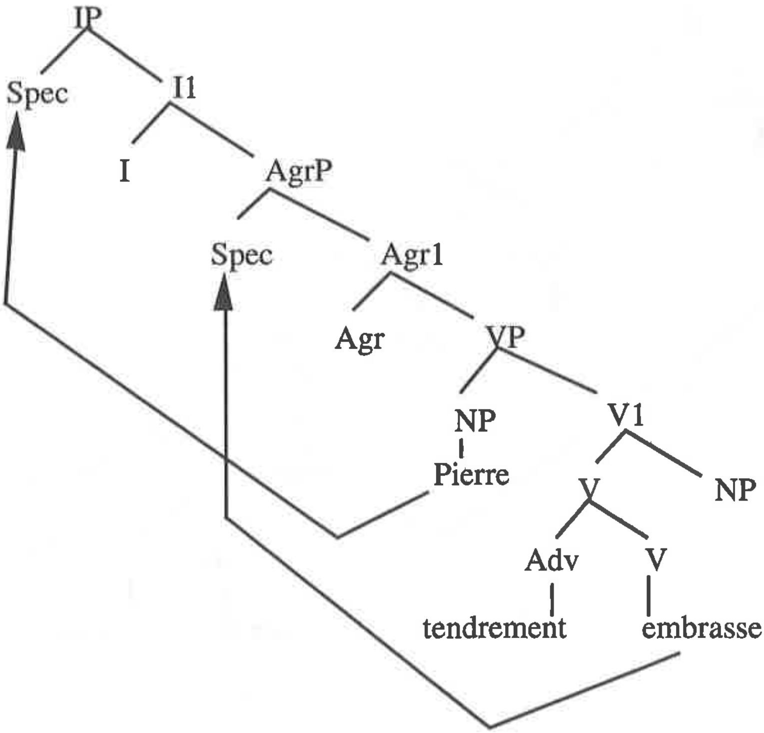
(3') *Pierre embrasse tendrement Marie*

Pour Chomsky, cette opposition s'explique par un déplacement du verbe conjugué en français, qui «passe devant» l'adverbe, ceci simplement parce que le verbe doit vérifier son trait d'accord avec le sujet et que celui-ci est fort en français alors qu'il est faible en anglais (cf. schémas ci-dessous).

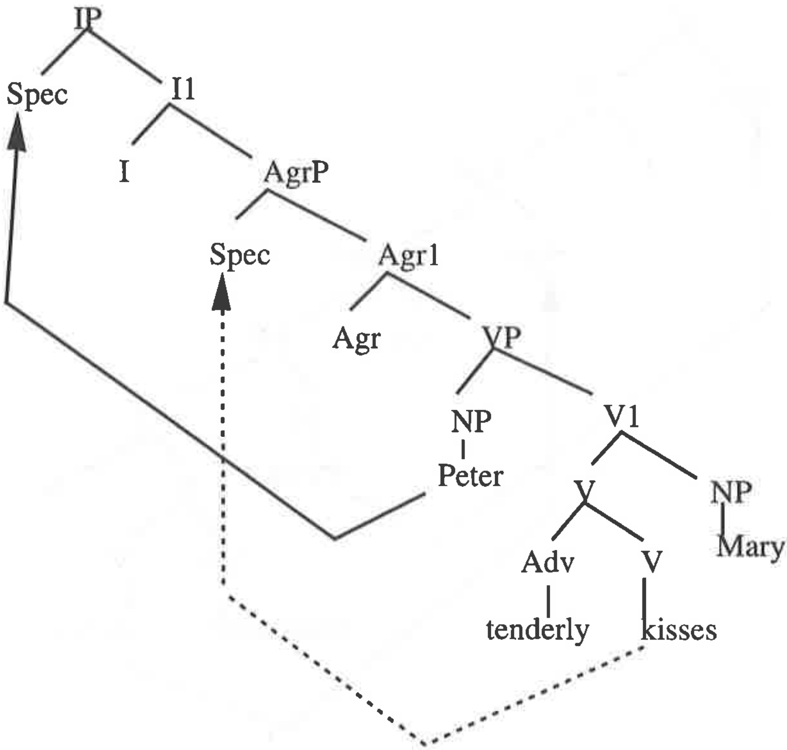
Pour Chomsky, cette notion de trait fort ou faible n'est pas arbitraire: en fait un trait fort se trouve associé à une morphologie riche. Ainsi par exemple, le trait fort [agr] associé au verbe conjugué des langues romanes se justifie par le fait que dans ces langues, la morphologie verbale est plus riche que dans les langues germaniques.

On notera aussi dans cet ordre d'idées que les cas sont faiblement marqués en français sur les syntagmes nominaux pleins alors qu'ils le sont sur les pronoms personnels, ce qui peut expliquer la différence de position d'un complément dans la phrase selon qu'il est réalisé par un SN lexicalement plein ou par un pronom clitique.

Cas du français:



Cas de l'anglais:



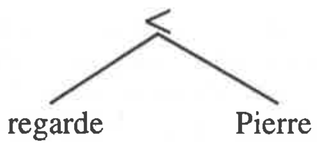
Le but de l'analyse étant de parvenir à une vérification générale de la bonne formation de l'énoncé en matière de traits, on voit qu'il y a plusieurs types de traits: des traits catégoriels qui permettent la sélection des compléments et des spécifieurs, des traits formels ou morphologiques qui règlent les problèmes d'accord et de rection et des traits interprétatifs (phonologiques ou sémantiques) qui sont les seuls à apparaître aux deux niveaux qui nous intéressent vraiment: le niveau de la forme phonologique et celui de la forme logique. Afin de procéder à la vérification des deux premières sortes de traits, on doit faire appel à des opérations spécifiques que Chomsky appelle Transformations Généralisées: Fusion (*Merge*) et Déplacement

(*Move*). Nous venons de voir ce qu'il en est de *Move* (encore que nous n'en ayons donné aucune caractérisation formelle), qu'en est-il de *Merge* ?

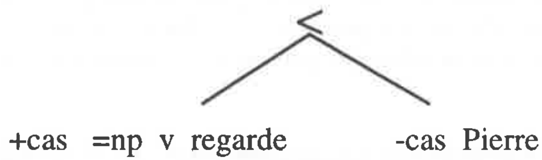
La fusion est cette opération qui permet de combiner deux objets syntaxiques et de produire un nouvel objet syntaxique à partir des deux. Si nous avons *regarde* et *Pierre*, alors leur fusion donnera évidemment *regarde Pierre*, mais le résultat obtenu n'est pas simplement l'union des traits syntaxiques associés aux deux objets, c'est-à-dire quelque chose comme {*regarde, Pierre*}, c'est un objet qui contient un objet distingué, indiquant quelle est la tête du syntagme obtenu, et c'est un objet où certains traits auront disparu du fait de la fusion. Chomsky note cet objet:

{regarde, {regarde, Pierre}}

Stabler (1997) le note:



où «<» indique la direction où trouver la tête dans un arbre binaire. Plus précisément, si on tient compte des traits syntaxiques associés à ces objets, Stabler le note[1]:



Il résulte des deux objets antérieurement donnés:

=np +cas =np v regarde

et

np -cas Pierre

1 Abstraction faite ici des traits sémantiques.

L'opération de fusion a consisté, comme on le voit, à former un nouvel objet où les traits respectifs du verbe et du syntagme nominal: =np et np ont disparu. Ils se sont «neutralisés» comme cela a été le cas des traits [wh] et [-wh] dans le cas du mouvement vu plus haut. Ce mécanisme rend compte de la sélection catégorielle. Nous reconnaissons évidemment ici les schèmes d'annulation de la Grammaire Catégorielle classique. Nous pourrions en effet avoir, à la place de la représentation proposée par Stabler:

vp

vp/np np
regarde Pierre

Ici, c'est l'identité entre la catégorie figurant au sommet et la catégorie image du foncteur vp/np qui indique la tête. Certes, demeure la question des autres traits syntaxiques, comme cas. Nous avons ici deux choix possibles: ou bien en faire des catégories comme les autres (c'est la solution retenue dans Cornell 1998) et nous pourrons avoir des catégories: cas\vp/np pour *regarde* et np•cas pour *Pierre* (où «•» dénote le produit usuel dans le calcul de Lambek avec produit), ou bien les traiter différemment de manière à bien distinguer la composante «sélection catégorielle» de la composante «vérification de traits morphologiques». C'est la solution que nous envisagerons plus loin.

3. Rappels sur les grammaires de Montague: catégories montagoviennes

Notons que cette référence à la Grammaire Catégorielle nous rapproche de Montague. Celui-ci utilise en effet la Grammaire Catégorielle, comme on sait, dans son article *The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English* (1973) (souvent abrégé en *PTQ*) de manière à exprimer comment des expressions appartenant à certaines catégories syntaxiques peuvent se combiner entre elles afin de donner des phrases. Il construit alors un homomorphisme d'algèbres qui permet d'obtenir une traduction sémantique. Cette construction a inspiré de nombreux auteurs depuis, qui ont tous tenté de l'améliorer dans le sens d'une plus grande systématicité ou d'une plus grande souplesse, ces deux objectifs n'étant pas contradictoires. Le souci de systématicité et d'élégance dans l'homomorphisme entre l'algèbre syntaxique et l'algèbre sémantique a été un des ressorts principaux du développement des grammaires catégorielles à partir du début des années quatre-vingt. La recherche de souplesse afin de décrire des fragments toujours plus grands de la langue a été accomplie de manière concomitante souvent par des chercheurs également impliqués dans le mouvement des grammaires catégorielles (Janssen 1986, Hendriks 1989, 1993). La formulation la plus claire à laquelle on est arrivé aujourd'hui repose sur la *correspondance de Curry-Howard* entre les propositions et les types, les preuves et les programmes (représentés ici par des λ-termes). Pour l'appliquer au langage, on doit d'abord reconnaître en une forme de Grammaire Catégorielle: le calcul de Lambek (cf. Lambek 1958), un fragment particulier d'une logique intuitionniste. Sa formulation en termes de séquents à la Gentzen fait alors apparaître l'absence de règles structurelles, symptomatique d'une logique «sensible aux ressources». L'application de la correspondance de Curry-Howard à ce calcul permet d'associer à toute preuve de la correction d'un séquent un λ-terme *linéaire* (c'est-à-dire tel que tout λ-abstracteur lie une et une seule occurrence de variable). Dès lors, on peut diviser l'analyse linguistique en deux parties homomorphes l'une à l'autre: une partie syntaxe, conduite de manière déductive dans le cadre du calcul de Lambek, et une partie sémantique, obtenue en extrayant des preuves elles-mêmes les λ-termes qu'elles permettent de construire[2]. Les travaux récents (cf. Morrill 1994, Moortgat 1997, Hendriks 1993) reposent même sur une conception tripartite du signe linguistique:

type: phonologie: *sémantique*

2 Voir Lecomte, A. (1996) pour une introduction.

et montrent qu'en combinant les types syntaxiques au moyen des règles catégorielles, on construit en même temps, dans une algèbre phonologique les formes de surface des phrases et dans une algèbre sémantique leur interprétation.

La question à laquelle nous arrivons est la suivante: si certaines opérations du calcul chomskyen sont proches de celles de la grammaire catégorielle d'une part, et si le but cherché est l'obtention d'une «forme logique» d'autre part, ne devons-nous pas concevoir les deux positions, celle de Montague et celle de Chomsky, comme étant compatibles? Ne pouvons-nous mettre ensemble les avantages de l'une et ceux de l'autre? Les avantages de l'approche montagovienne sont ceux de l'approche catégorielle, à savoir *une représentation adéquate de la sélection catégorielle* (propriétés de sous-catégorisation des verbes notamment). Les avantages de l'approche chomskyenne résident dans une *analyse plus fine de la langue naturelle relativement aux problèmes de déplacement*.. Concilier les deux revient à trouver un formalisme exprimant ces deux types de propriétés. Nous pourrions par exemple garder la notion de catégorie pour exprimer les propriétés de *sélection* (par exemple: **(np\s)/np** représente un objet qui prend deux objets de type **np** comme arguments à tour de rôle et «rend» un objet de type **s**), et introduire une *autre* notion pour représenter les traits morphologiques responsables des déplacements de sorte que *le mécanisme de réduction catégorielle ne puisse opérer que lorsque les déplacements corrects auraient été effectués*.

4. Introduction des modalités dans la grammaire catégorielle

Cette autre notion est celle de modalité. Les modalités (dites «structurelles») ont été déjà introduites depuis longtemps dans les grammaires catégorielles. Citons notamment les travaux de G. Morrill (1994). Initialement, elles sont utilisées pour réintroduire localement certaines propriétés structurelles éliminées globalement. Par exemple, lorsqu'on travaille dans le calcul **NL** (calcul de Lambek non associatif, cf. Lambek 1961), on peut introduire localement l'associativité. Considérons par exemple:

(4) *l'homme que Pierre rencontre*

avec les assignations:

l': N/CN
homme: CN
que: (CN\CN)/(S/N)
Pierre: N
rencontre: (N\S)/N

la preuve:

$$\dfrac{\dfrac{((N, (N\backslash S)/N), N) \vdash S}{(N, (N\backslash S)/N) \vdash S/N} \qquad \dfrac{\dfrac{}{CN \vdash CN} \quad (N/CN, CN) \vdash N}{(N/CN, (CN, CN\backslash CN)) \vdash N}}{(N/CN, (CN, ((CN\backslash CN)/(S/N), (N, (N\backslash S)/N)))) \vdash N}$$

échoue parce que (N, (N\S)/N), N) ⊢ S n'est pas prouvable. Nous pourrions néanmoins conclure en assignant à *que* le type: (CN\CN)/(S/□N) où □ est une modalité, dont les règles d'introduction à gauche et à droite en calcul des séquents sont les suivantes:

$$[\Box L] \quad \dfrac{\Gamma[A] \vdash B}{\Gamma[\Box A] \vdash B} \qquad [\Box R] \quad \dfrac{\Box\Gamma \vdash A}{\Box\Gamma \vdash \Box A}$$

et qui, de plus possède la règle structurelle:

$$\begin{array}{c} \Gamma[(A, (B, C)] \vdash D \\ \hline\hline \Gamma[(A, B), C)] \vdash D \end{array}$$

à condition que l'une des catégories A, B ou C soit modalisée.

On obtient alors la preuve:

$$\dfrac{\dfrac{\begin{array}{c} \dfrac{\dfrac{\dfrac{}{N \vdash N} \quad \dfrac{\dfrac{}{N \vdash N} \quad \dfrac{}{S \vdash S}}{N, N\backslash S \vdash S}}{(N, ((N\backslash S)/N, N)) \vdash S}}{(N, ((N\backslash S)/N), \Box N)) \vdash S} \\ \hline\hline (N, (N\backslash S)/N), \Box N) \vdash S \end{array}}{(N, (N\backslash S)/N) \vdash S/\Box N} \qquad \dfrac{\dfrac{}{CN \vdash CN} \quad (N/CN, CN) \vdash N}{(N/CN, (CN, CN\backslash CN) \vdash N}}{(N/CN, (CN, ((CN\backslash CN)/(S/\Box N), (N, (N\backslash S)/N)))) \vdash N}$$

Ce type de modalité possède, comme on peut le constater, les règles d'introduction à gauche et à droite de la modalité **S4** du nécessaire. Rapporté à une autre approche, la logique linéaire (Girard, 1987), il s'apparente aux exponentielles.

Kurtonina et Moortgat (1997) ont affiné cette notion de modalité en se plaçant dans un cadre très général que l'on peut appeler «théorie de l'inférence multimodale des types». L'idée de base est qu'on peut avoir plusieurs opérateurs-produits dans un langage. Chacun d'eux donne alors par résiduation un (dans un cadre permutationnellement libre) ou deux (dans un cadre non commutatif) opérateurs de division. La sémantique de ces opérateurs est évidente: en admettant qu'il existe plusieurs modes de combinaison dans la phrase, notés $(,)^i$, nous avons:

$$v(A \bullet i\ B) = \{z; \exists x, \exists y\ [x \in v(A) \wedge y \in v(B) \wedge z = (x , y)^i\}$$

$$v(A /_i B) = \{x; \forall y\ \forall z\ [z = (x, y)^i \wedge y \in v(B) \Rightarrow z \in v(A)\}$$

$$v(A \backslash_i C) = \{y; \forall x\ \forall z\ [z = (x, y)^i \wedge x \in v(A) \Rightarrow z \in v(C)\}$$

où v est une fonction de l'ensemble des catégories vers l'ensemble des parties d'un ensemble W interprété comme *ensemble des ressources linguistiques disponibles* sur lequel sont définies les opérations de combinaison $(,)^i$. On a (propriété de résiduation):

$$A \rightarrow C/_iB \quad \Leftrightarrow \quad A \bullet_i B \rightarrow C \quad \Leftrightarrow \quad B \rightarrow A\backslash_iC$$

D'autre part, il n'y a aucune raison de se cantonner à des opérateurs binaires: la démarche peut s'étendre à des opérateurs unaires, qu'on appellera *modalités*. Cette fois, on admet que l'ensemble W est muni d'opérations unaires qu'on peut noter $()^j$, de sorte que $(A)^j$ signifie: l'objet A muni de la structure, ou du trait j. On peut alors définir deux constructeurs de type nouveaux: $\Box j$ et $\Diamond j$. Leur sémantique est:

$$v(\Diamond jA) = \{x; \exists y\ [x = (y)^j \wedge y \in v(A)]\}$$

$$v(\Box jA) = \{x; \forall y\ [y = (x)^j \Rightarrow y \in v(A)]\}$$

autrement dit: $\Diamond jA$ est le type des objets obtenus à partir d'objets de type A en leur adjoignant la structure, ou le trait j, alors que $\Box jA$ est le type des objets auxquels il manque la structure ou le trait j afin d'être un objet de type A. Et on peut démontrer la propriété de résiduation pour les modalités:

$$\Diamond_j A \rightarrow B \;\Leftrightarrow\; A \rightarrow \Box_j A$$

d'où l'on déduit notamment:

$$\Diamond_j \Box_j A \rightarrow A$$

Ce qui signifie que les deux modalités duales $\Diamond j$ et $\Box j$ s'annulent lorsque la première s'applique à la seconde. Comme on peut le comprendre, cette loi est celle sur laquelle nous nous baserons pour exprimer la vérification des traits, c'est-à-dire la neutralisation mutuelle des traits + et -. Par exemple, nous aurons:

$$\Diamond_{wh} \Box_{wh} A \rightarrow A$$

Notons que ce calcul peut se mettre aisément sous forme de calcul des séquents de Gentzen:

Axiome d'identité: $A \vdash A$

**Introduction gauche de / et **:

$$[L/i]\ \frac{\Theta \vdash B \qquad \Gamma[A] \vdash C}{\Gamma[(A /_i B, \Theta)^i] \vdash C} \qquad [L\backslash i]\ \frac{\Theta \vdash B \qquad \Gamma[A] \vdash C}{\Gamma[(\Theta, B \backslash_i A)^i] \vdash C}$$

**Introduction droite de / et **:

$$[R/i]\ \frac{(\Gamma, B)^i \vdash A}{\Gamma \vdash A /_i B} \qquad [R\backslash i]\ \frac{(B, \Gamma)^i \vdash A}{\Gamma \vdash B \backslash_i A}$$

Produit:

$$[L\bullet i]\ \frac{\Gamma[(A, B)^i] \vdash C}{\Gamma[A \bullet_i B] \vdash C} \qquad [R\bullet i]\ \frac{\Gamma \vdash A \quad \Delta \vdash B}{(\Gamma, \Delta)^i \vdash A \bullet_i B}$$

Coupure:

$$\frac{\Gamma \vdash A \qquad \Delta[A] \vdash B}{\Delta[\Gamma] \vdash B}$$

Modalités:

$$[\Box_\alpha L]\ \frac{\Gamma[A] \vdash B}{\Gamma[(\Box_\alpha A)^{\Diamond\alpha}] \vdash B} \qquad [\Box_\alpha R]\ \frac{(\Gamma)^{\Diamond\alpha} \vdash B}{\Gamma \vdash \Box_\alpha A}$$

$$[\Diamond_\alpha L]\ \frac{\Gamma[(A)^{\Diamond\alpha}] \vdash B}{\Gamma[\Diamond_\alpha A] \vdash B} \qquad [\Diamond_\alpha R]\ \frac{\Gamma \vdash A}{(\Gamma)^{\Diamond\alpha} \vdash \Diamond_\alpha A}$$

Le point important maintenant est que nous voulons que ces modalités aient un effet contraignant sur les catégories qu'elles affectent en les forçant à se déplacer vers les positions où elles pourront entrer dans le processus de réduction catégorielle. C'est à ce niveau que nous introduisons des postulats supplémentaires: postulats structurels et postulats de communication.

Les *postulats structurels* sont les analogues des règles structurelles du calcul des séquents et permettent de relâcher les contraintes sur les structures analysables. Ainsi par exemple, pourra-t-on introduire pour certain produit $\bullet_i$ la règle de commutativité sous l'aspect:

$$A \bullet_i B \rightarrow B \bullet_i A$$

ou la règle d'associativité sous l'aspect[3]:

$$A \bullet_i (B \bullet_i C) \leftrightarrow (A \bullet_i B) \bullet_i C$$

Les *postulats de communication* font intervenir plusieurs produits. Par exemple, avec deux produits $\bullet_i$ et $\bullet_j$, on peut avoir la règle d'associativité mixte:

$$A \bullet_i (B \bullet_j C) \leftrightarrow (A \bullet_i B) \bullet_j C$$

indiquant que l'associativité ne peut être appliquée que lorsque les ressources linguistiques A, B, C sont combinées par les produits $\bullet_i$ et $\bullet_j$ selon un certain ordre.

Les modalités peuvent également être l'objet de postulats, par exemple exprimant la distributivité totale (I) ou partielle (II) par rapport à un produit donné:

3 Ces règles sont données ici sous forme d'axiomes au lieu de règles séquentielles pour de simple raisons de brièveté. La forme «axiomes» – développée initialement par Dosen (1992) – est facilement traductible en la forme «séquents», chaque axiome $\Delta \rightarrow \Delta'$ donnant la règle séquentielle:

$$\frac{\Gamma[\Delta'] \rightarrow A}{\Gamma[\Delta] \rightarrow A}$$

(I) $\Diamond(A \bullet B) \rightarrow \Diamond A \bullet \Diamond B$ [K]

(II) $\Diamond(A \bullet B) \rightarrow \Diamond A \bullet B$ [K1]

ou $\Diamond(A \bullet B) \rightarrow A \bullet \Diamond B$ [K2]

Kurtonina et Moortgat (1997) montrent comment de telles modalités permettent de décrire des enchâssements de logiques plus ou moins fortes les unes dans les autres. Ils montrent aussi et surtout que l'on obtient des logiques *complètes* par rapport aux interprétations fournies par les valuations sur des cadres $<W, R^2, R^3>$.

5. Modalités et déplacements

Afin de rendre compte des propriétés de déplacement observables dans la langue, nous supposerons que les syntagmes affectés d'une modalité faible restent en place et que les syntagmes affectés d'une modalité forte peuvent se déplacer. Notre stratégie est la suivante:

– les traits formels ou morphologiques sont représentés par *des modalités*, leur vérification se faisant au moyen de la *règle de réduction*, dérivée des lois de résiduation: $\Diamond_f \Box_f A \rightarrow A$ (où f est un trait quelconque)[4];
– la vérification de chaque trait se fait sous un mode de composition approprié. Par exemple, la vérification du trait [wh] requiert un mode $\Diamond_{wh}$, de même que la vérification d'un trait casuel pour les syntagmes nominaux (héritage du principe chomskyen selon lequel tout NP reçoit un cas) requiert un mode $\Diamond_k$ où k = nom, acc ou obl (nominatif, accusatif ou oblique);
– les divers modes de composition se succèdent pour l'analyse de la phrase et sont appliqués au multi-ensemble structuré de ressources par le jeu de la règle [$\Box_\alpha$R]. Autrement dit le type de base (par exemple s) vers quoi doit se réduire la combinaison des types syntaxiques est affecté d'un *préfixe modal*

4 Voir aussi Heylen (1998).

constitué de plusieurs $\Box_\alpha$ qui fonctionne comme une sorte de «programme» à effectuer;

- au départ, toutes les ressources sont supposées combinées entre elles par un produit non associatif $\bullet$;
- lorsqu'un mode fort $\Diamond_\alpha$ affecte un produit $A \bullet B$, le produit $\bullet$ est changé en un autre produit, $\circ$ et le $\Diamond_\alpha$ est transmis au premier conjoint (A) de sorte que si celui-ci est bien, comme on s'y attend alors, une catégorie modalisée pouvant s'écrire $\Box_\alpha C$, les deux modaux duaux pourront se neutraliser, matérialisant ainsi la vérification du trait α;
- le produit $\circ$ est utilisé pour permettre des restructurations de l'arbre binaire associé aux ressources correspondant à des déplacements, ainsi, si la modalité de C a été neutralisée, C pourra être déplacée (toujours vers le bas) jusqu'à une position, qu'on pourra qualifier de position *d'origine*, qui est la position où la règle de sous-catégorisation catégorielle (schème d'annulation classique des grammaires catégorielles) la sélectionne;
- si un mode faible est affecté, la nature du produit ne change pas, de sorte que s'il s'agit d'un produit $\bullet$, il demeure et ainsi aucune règle d'associativité mixte ni de commutativité mixte ne peut être appliquée, ce qui interdit tout mouvement. En revanche, le mode sera transmis aussi bien au conjoint gauche qu'au conjoint droit, de sorte que le trait correspondant finisse par être vérifié sans aucun mouvement.

Cette stratégie peut être résumée par les postulats suivants:

Modes forts:

$$\Diamond^s_\alpha(A \bullet B) \rightarrow (\Diamond^s_\alpha A) \circ B \qquad [K1S]$$

$$\Diamond^s_\alpha(A \circ B) \rightarrow (\Diamond^s_\alpha A) \circ B \qquad [K1]$$

$$\Diamond^s_\alpha(A \circ B) \rightarrow A \circ \Diamond^s_\alpha B \qquad [K2]$$

Modes faibles:

$$\Diamond_\alpha(A \bullet B) \rightarrow (\Diamond_\alpha A) \bullet B \qquad [K1W]$$

$$\Diamond_\alpha(A \circ B) \rightarrow (\Diamond_\alpha A) \circ B \qquad [K1W]$$

$\Diamond_\alpha(A \bullet B) \to A \bullet \Diamond_\alpha B$ [K2W]

$\Diamond_\alpha(A \circ B) \to A \circ \Diamond_\alpha B$ [K2W]

Communication entre produits:

$A \circ B \to A \bullet B$ [Inclusion]

$A \circ (B \bullet C) \to (A \circ B) \bullet C$ [MA]

$A \circ (B \bullet C) \to B \bullet (A \circ C)$ [MC]

$A \circ B \to B \bullet A$ [Comm]

si A et B sont sans produit

Inclusion des modalités fortes dans les modalités faibles:

$\Diamond^S{}_\alpha A \to \Diamond_\alpha A$

Exemples d'entrées lexicales:

aime: = $\Box_{agrV}\,\Box_{infl}\,\mathbf{(np\backslash s)/np)}$

Paul: = $\Box_{agrN(m,\,s,\,3)}\,\Box_k\,\mathbf{np}$

Commentaire: *aime* est une forme conjuguée (accord et temps) de verbe transitif **(np\s)/np**, *Paul* est un syntagme nominal doté de traits d'accord et d'un cas (même si encore inconnu).

Exemple de but:

$\Box^S{}_{nom}\Box^S{}_{infl}\;\mathbf{s}$

Commentaire: une réduction au type primitif **s** passant par la recherche d'un cas nominatif à assigner et de traits d'inflexion verbale.

Exemple de déduction:

Supposons l'assignation suivante:

Pierre	:=	$\Box_k\,\mathbf{np}$
connaît	:=	$\mathbf{(np\backslash s)/np}$
qui	:=	$\Box_{wh}\,\Box_k\,\mathbf{np}$

Un fragment de déduction pour l'interrogative simplifiée

(5) *Qui Pierre connaît(-t-il)* ?

sera:

...

$$\text{Pierre} \bullet (\text{ connaît } \bullet \ \Box_k \mathbf{np}) \vdash S$$

———————————————————— [Comm]

$$\text{Pierre} \bullet (\ \Box_k \mathbf{np} \circ \text{connaît}) \vdash S$$

———————————————————— [MC]

$$\Box_k \mathbf{np} \circ (\text{Pierre} \bullet \text{connaît}) \vdash S$$

———————————————————— [L□]

$$(\ \Box_{wh} \Box_k \mathbf{np})\ ^{\Diamond S,wh} \circ (\text{Pierre} \bullet \text{connaît}) \vdash S$$

———————————————————— [K1S]

$$(\ \Box_{wh} \Box_k \mathbf{np} \bullet (\text{Pierre, connaît})^{\Diamond S,wh} \ \vdash S$$

———————————————————— [lex]

$$(\text{qui} \bullet (\text{Pierre} \bullet \text{connaît}))^{\Diamond S,wh} \ \vdash S$$

———————————————————— R□]

$$\text{qui} \bullet (\text{Pierre} \bullet \text{connaît}) \vdash \Box^{S}{}_{wh}\, S$$

Ici, S représente un type modalisé contenant éventuellement plusieurs autres modes □ et terminant par la catégorie primitive **s**. La déduction se continue vers le haut par l'utilisation cyclique de la règle [R□], de sorte qu'ensuite apparaisse l'assignation du cas nominatif qui «libérera» la catégorie **np** contenue dans *Pierre*, puis du cas accusatif (faible) qui laissera le **np** déjà trouvé à sa place mais le débarrassera de la modalité $\Box_k$, le libérant ainsi à son tour, et enfin la recherche du temps verbal qui libérera la catégorie verbale, de sorte que finalement on arrive au séquent facilement prouvable:

$$\mathbf{np} \bullet ((\mathbf{np}\backslash\mathbf{s})/\mathbf{np} \bullet \mathbf{np}) \ \vdash \mathbf{s}$$

qui exprime la sélection correcte des catégories. Noter qu'à ce stade, l'homomorphisme de Curry-Howard permettrait d'obtenir comme forme sémantique associée à **s**, une formule du genre **connaît(Pierre, qui)**[5].

---

5 Nous n'entrons pas ici dans les détails. En fait, on s'attendrait à obtenir quelquechose de plus élaboré, l'interrogatif jouant le rôle d'un quantificateur par exemple, dans une formule comme: Qui(x, connait(pierre, x))

6. Conclusion

De nombreux phénomènes linguistiques peuvent être traités dans ce type d'approche: citons notamment les problèmes d'*accord* (impliquant un postulat de distributivité complète pour la modalité correspondante), d'*inflexion* et de *placement de l'adverbe*. La différence majeure qui existe comparativement à l'approche strictement chomskyenne telle qu'elle est contenue dans le programme minimaliste réside en ce que Chomsky traite de la *génération* d'une phrase en partant d'un ensemble d'items lexicaux et en tentant de les combiner de manière à faire apparaître, au terme de la dérivation, une forme phonologique et une forme logique, alors que nous adoptons une démarche de *reconnaissance* et de *vérification*. Etant donnée une suite de mots appartenant au lexique, nous cherchons à la structurer en arborescence d'une manière telle que l'on puisse parvenir à une réduction catégorielle correcte. Autrement dit, nous adoptons le point de vue de départ des grammaires catégorielles (celui qui figurait déjà chez Ajduckiewicz 1935). Il en résulte évidemment une différence de conception inévitable, qui fait à nos yeux la réelle différence entre le modèle syntagmatique et le modèle catégoriel. Nous passons directement d'une forme phonologique à une forme «sémantique»: celle que l'on obtient par la démarche de déduction à partir des types associés aux items lexicaux.

Nous n'avons pas l'espace nécessaire pour traiter des phénomènes de déplacement invisible impliqués notamment par les problèmes de détermination du *champ des expressions quantifiées*. La solution proposée à ce type de problème est très voisine de celle proposée par Moortgat (1996) dans son analyse du liage *in situ*.

Il est intéressant, nous semble-t-il, de noter pour finir la convergence entre le programme chomskyen et celui des grammaires catégorielles c'est-à-dire entre deux attitudes qui paraissaient au départ diamétralement opposées. Certes un chomskyen orthodoxe peut objecter qu'il ne s'agit que d'un «accident»,

---

De fait, il est possible d'obtenir cette analyse en accordant à l'interrogatif un type «monté» $\Box_{wh}\Box_{k}s/^{o}(np\backslash^{o}s)$, où $/^{o}$ et $\backslash^{o}$ sont les opérateurs de division (résidus) du produit o. (Exercice!)

l'esprit de chacune des deux démarches demeurant irréductible à l'autre. Il soutiendra également que notre approche n'est qu'un simple «codage» de la grammaire générative dans un formalisme logique et n'acceptera pas d'y reconnaître davantage d'intérêt qu'à l'implémentation de ladite grammaire au moyen d'un langage de programmation (PROLOG par exemple). Un défenseur orthodoxe des grammaires catégorielles, quant à lui, regrettera qu'on dévoie tant d'efforts à exprimer les grammaires minimalistes au sein du formalisme catégoriel alors que selon lui, les solutions traditionnelles apportées par les grammaires catégorielles suffisent. Nous voyons cependant plusieurs intérêts à cette démarche.

Nous avons déjà souligné l'intérêt d'un formalisme mixte qui garde les avantages de chaque approche: bonne représentation de la sélection catégorielle pour CG[6] et bonne représentation du mouvement pour MG[7]. Il faut aussi souligner l'intérêt pour l'analyse linguistique en général de l'approche «preuve comme sémantique» (les preuves étant codées par des λ-termes). Les formes logiques ne sont pas obtenues au prix de constructions plus ou moins arbitraires (certaines transformations chomskyennes semblent n'être motivées que par le besoin d'obtenir en aval de l'analyse des formules interprétables logiquement) mais comme «décalques» des opérations de preuve effectuées dans l'analyse syntaxique. Cette obtention de formes logiques par le biais des preuves permet de se dispenser des éléments vides tels que les *traces*. Dans le même ordre d'idées, les *modes et modalités* permettent d'éviter le recours à des catégories fonctionnelles plus ou moins *ad hoc* telles qu'elles prolifèrent actuellement dans la littérature chomskyenne, et donc d'éviter les catégories vides (types «non habités» par du matériel lexical).

Le non-recours, que nous venons d'indiquer, à des catégories ou à des éléments vides montre que si l'objectif du programme chomskyen est bien d'arriver à une formulation minimaliste de la théorie de la grammaire, l'utilisation des concepts des gram-

6 CG: Categorial Grammar.
7 MG: Minimalist Grammar.

maires catégorielles permettrait peut-être d'avancer vers cet objectif.

Enfin notons que ce type de traduction a un autre intérêt, que les familiers des problèmes de complexité connaissent bien quand ils codent des algorithmes au moyen de machines de Turing: il permet d'exprimer avec précision la quantité et la nature des opérations logiques nécessaires pour effectuer une tâche définie.

UFR Sciences de l'homme et de le Société
Université Pierre Mendès France
B.P. 47X
F- 38040 GRENOBLE

Références

AJDUCKIEWICZ K. (1935). Die Syntaktische Konnexität, *Studia Philosophica* 1, 1-27, engl. trad. Syntactic Connection, in: S. MCCALL (ed.) (1967) 207-231.

VAN BENTHEM J. & TER MEULEN A. (eds) (1997). *Handbook of Logic and Language*. Amsterdam: Elsevier.

CHOMSKY N. (1996). *The Minimalist Program*. Cambridge & London: The MIT Press.

CORNELL T. (1998). A Deductive Calculus of Categories and Transformations, extended version of a handout for a talk presented at the *Formal Grammar Conference*. Aix-en-Provence, August 10, 1997.

DOSEN K. (1992). Modal Logic as Metalogic, *Journal of Logic, Language and Information* vol 1, n° 3.

GIRARD J.-Y. (1987). Linear Logic. *Theoretical Computer Science* 50, 1-102.

HEYLEN D. (1998) (à paraître). Underspecification in Subsomption-based Type-Logical Grammars. *Proceedings of LACL'97*, Nancy.

HENDRIKS H. (1989). Flexible Montague Grammar, *1st European Summer School on Logic, Language Information*, Groningen.

HENDRIKS H. (1993). *Studied Flexibility, Categories and Types in Syntax and Semantics*. PhD Dissertation. Amsterdam: ILLC Series 1993-5.

JANSSEN T.M.V. (1986). *Foundations and Applications of Montague Grammar*. CWI Tract, Amsterdam: Centre for Mathematics and Computer Science

KURTONINA N. & MOORTGAT M. (1997). Structural control, in: BLACKBURN & de RIJKE (eds), *Specifying Syntactic Structures*. Stanford: CSLI Publications.

LAMBEK J. (1958). The Mathematics of Sentence Structure *American Mathematical Monthly* 65, 154-170.

LAMBEK J. (1961). On the calculus of syntactic types, *American Mathematical Soc. Proc. Symposia Appl. Math*. 12, 166-178.

LECOMTE A. (1996). Grammaire et théorie de la preuve: une introduction, *TAL* 37 n°1, journal of ATALA, published with the help of CNRS, Paris.

MONTAGUE R. (1970). Universal Grammar, *Theoria* 36, 373-398.

MONTAGUE R. (1973). The Proper Treatment of Quantification in Ordinary English, in: HINTIKKA *et al.* (eds), *Approaches to Natural Language*. Dordrecht: Reidel, 221-242.

MOORTGAT M. (1996). *In situ* binding: A modal analysis in: P. DEKKER & M. STOKHOF (eds), *Proceedings Tenth Amsterdam Colloquium*. Amsterdam: ILLC.

MOORTGAT, M. (1997). Categorial Type Logics, in: J. VAN BENTHEM & A. TER MEULEN (eds) (1997).

MORRILL G. (1994).*Type Logical Grammar, Categorial Logic of Signs*. Dordrecht: Kluwer.

POLLOCK J-Y. (1997). *Langage et cognition, introduction au programme minimaliste de la grammaire générative*. Paris: PUF.

STABLER E. (1997). Derivational Minimalism. *Logical Aspects of Computational Linguistics, Proceedings of LACL'96*. Nancy, Lecture Notes in Artificial Intelligence n°1328, subseries of LNCS. Springer Verlag.