Linx

Revue des linguistes de l'université Paris X Nanterre

48 | 2003

Approches syntaxiques contemporaines

Les grammaires catégorielles lambekiennes : le traitement des constituants discontinus

Béatrice Godart-Wendling

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/linx/221>

DOI : 10.4000/linx.221

ISSN : 2118-9692

Éditeur

Presses universitaires de Paris Nanterre

Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2003

Pagination : 123-137

ISBN : 0246-8743

ISSN : 0246-8743

Référence électronique

Béatrice Godart-Wendling, « Les grammaires catégorielles lambekiennes : le traitement des constituants discontinus », *Linx* [En ligne], 48 | 2003, mis en ligne le 01 octobre 2003, consulté le 30 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/linx/221> ; DOI : 10.4000/linx.221

Département de Sciences du langage, Université Paris Ouest

Les grammaires catégorielles lambekiennes : le traitement des constituants discontinus

*Béatrice Godart-Wendling, Université Paris VII,
Laboratoire d'histoire des théories linguistiques
godart@ccr.jussieu.fr*

Jusque dans les années quatre-vingts, l'approche catégorielle s'avère incapable de proposer un traitement adéquat des constituants discontinus. La raison de cet échec provient du fait que les grammaires catégorielles sont régies par un principe d'adjacence qui pose que « the rules may only apply to entities which are linguistically realized and adjacent » (Steedman, 1985). L'impossibilité de montrer la bonne formation syntaxique de la phrase « He looked it up » conduisit ainsi Bar-Hillel (1953 : 82) à rejeter définitivement dans les années soixante la perspective catégorielle et à vanter l'intérêt de la notion de transformation chomskienne qui permettait d'analyser sans difficulté ce type de construction. Plus généralement, l'abandon du paradigme catégoriel – qui caractérise la période 1960-1980 – s'explique en grande partie par son échec à pouvoir proposer une solution syntaxique satisfaisante des constituants discontinus. On constate de plus que le renouveau théorique que connut la perspective catégorielle à partir de 1985 s'explique par la réflexion qui porta sur le traitement de ces éléments discontinus. Comparant les problèmes posés par la discontinuité dans des langues comme l'allemand, l'anglais, le néerlandais, etc., les tenants des grammaires catégorielles proposent non seulement des solutions qui unifient le traitement de faits syntaxiques contenant des discontinus de nature très diverse (des phrases comprenant des éléments topicalisés « Apples, he likes », des pronoms relatifs « A cake which I can believe that she will eat », des verbes à l'infinitif rejetés en fin de phrase « wil proberen te lezen », ...), mais usent également des résultats obtenus pour montrer leur pertinence dans l'analyse de constructions syntaxiques qui, telle la coordination, semblaient pourtant nécessiter l'intervention de règles grammaticales différentes. Or, curieusement, cette nouvelle possibilité d'analyser les éléments discontinus dans le cadre catégoriel ne provient pas du rejet du

principe d'adjacence, car celui-ci demeure un principe de base pour la très grande majorité des formalismes catégoriels¹.

Après un bref rappel du formalisme utilisé et de la difficulté à laquelle se heurta Bar-Hillel, nous tenterons de mettre en évidence les raisons ayant conduit à chercher une résolution des constituants discontinus qui ne reposerait pas sur l'abandon du principe d'adjacence. Considérant la période 1985-1990 ainsi que les travaux les plus récents (allant de 1999 à 2003), nous étudierons alors dans un second temps la spécificité des règles syntaxiques qui furent ajoutées à la théorie catégorielle afin de la rendre apte à gérer conjointement les phénomènes de discontinuité et le principe d'adjacence. Cette étude nous permettra alors de montrer que la résolution d'un problème empirique – apparemment très local comme la discontinuité – eut en fait pour conséquence de requestionner toute la théorie en l'obligeant à préciser ou à changer les liens qu'elle avait établis entre le lexique, la syntaxe et la sémantique.

1. Bref rappel du formalisme utilisé

La notion de *catégorie* telle qu'elle fut utilisée dans les deux premières grammaires catégorielles (la syntaxe unidirectionnelle de K. Ajdukiewicz 1935 et la grammaire bidirectionnelle de Y. Bar-Hillel 1953) est issue de la *quatrième Recherche logique* de Husserl². Conformément aux idées husserliennes portant sur la constitution d'une *grammaire pure*, les premiers théoriciens des grammaires catégorielles distinguèrent des *catégories de base* (correspondant à des catégorèmes, c'est-à-dire à des expressions qui ont un sens en soi) et des *catégories dérivées* (qui représenteront formellement les syncatégorèmes, c'est-à-dire les expressions qui sont tributaires d'autres expressions pour faire sens). Bien que s'inscrivant explicitement comme une formalisation de la notion de « partie du discours », les catégories, parce qu'elles sont pensées en fonction de cette distinction catégorème/syncatégorème, ne refléteront pas exactement le classique découpage en parties du discours, puisque les catégories de base retenues seront la phrase (notée *P* ou *s* pour *sentence*) et le nom (*n*)³. C'est en fonction de ces deux catégories de base que les catégories dérivées pourront être engendrées et le principe de leur construction consiste à utiliser la notion fréggienne de fonction qui permet d'inscrire, d'une part, les catégories dont a besoin un syncatégorème pour faire sens et, d'autre part, de symboliser le processus de

¹ Seuls les travaux de E. Bach (1984, 1988) et de R. Oehrle (1987) rejettent le principe d'adjacence en proposant des opérations non concaténatrices.

² Pour une exposition plus détaillée de l'histoire des grammaires catégorielles et de leurs formalismes, se reporter aux articles de M. Bourdeau, P. Joray, B. Godart-Wendling et J. Lambek du numéro 148 de la revue *Langages* (2002).

³ Si le calcul des types de Church (1940) constitue à partir des années cinquante une source d'inspiration pour les grammaires catégorielles (notamment pour le calcul syntaxique de Lambek 1958), celui-ci ne modifiera cependant pas le choix des deux catégories de base. Ce n'est qu'à partir des années quatre-vingts que les tenants des grammaires catégorielles augmenteront le nombre de catégories de base en y incluant par exemple : le syntagme nominal (SN), le syntagme adjectival (SA), le syntagme prépositionnel (SP), modifiant ainsi la définition même de la notion de catégorie de base. Il reste cependant que le principe de construction des catégories dérivées demeure inchangé.

formation de la catégorie résultante. Ainsi, un verbe intransitif, qui est tributaire du nom en position sujet pour faire sens (dans une phrase simple telle que *Jean marche*), sera symbolisé $n \backslash s$ (et lu « *n sous s* ») ; n est appelé l'argument, $\backslash$ représente la fonction qui est orientée vers l'élément dont dépend le verbe, et s est la catégorie qui sera obtenue lorsque le verbe intransitif sera en présence d'un nom situé à sa gauche. L'orientation de la fonction, / ou $\backslash$, s'avère un élément décisif, puisqu'en indiquant l'ordre de dépendance des mots, elle précise tout simplement l'ordre d'apparition des mots dans la phrase. La notation n/n (lue « *n sur n* »), qui permet de représenter le déterminant, indique ainsi que le nom doit se trouver à la droite de l'article. En fonction de cette représentation des catégories dérivées, des règles syntaxiques vont être créées qui auront pour but de simplifier entre elles (jusqu'à l'obtention d'un s si la phrase est grammaticalement bien formée) les catégories ayant été affectées à chaque expression de la suite de mots que l'on évalue. Ainsi, la première règle qui fut posée par Ajdukiewicz ($X/Y \ Y \rightarrow X$) fonctionne sur le modèle de la simplification des fractions en arithmétique ($4/2 \times 2 = 4$). La difficulté, ainsi que nous allons essayer de le montrer, est que de telles règles de simplification ne suffisent pas à démontrer la bonne formation syntaxique de phrases contenant des éléments discontinus.

2. La difficulté soulevée par Bar-Hillel

La raison d'être du principe d'adjacence provient du fait que les règles syntaxiques des grammaires catégorielles sont des règles de concaténation qui rendent compte de l'ordre linéaire des constituants composant les phrases. Ainsi, si l'on considère les deux premières règles (appelées règles d'*Application en avant* et *en arrière*) que comportent toutes les grammaires catégorielles⁴ :

$$(R\ 1a) \ X/Y : f, Y : a \Rightarrow X : f(a)$$

$$(R\ 1b) \ Y : a, Y \backslash X : f \Rightarrow X : f(a)$$

on constate qu'elles procèdent par concaténation, puisque, par exemple, la première règle établit que si e_1 est une expression de catégorie X/Y ayant pour signification f et que e_2 est une expression de catégorie Y ayant pour signification a , alors l'expression $e_1.e_2$ consiste à concaténer e_1 à e_2 pour obtenir une expression de catégorie X ayant pour signification $f(a)$. Cela signifie donc qu'un foncteur ne peut s'appliquer qu'à un argument qui lui est directement adjacent⁵.

Dans cette perspective, on comprend pourquoi Bar-Hillel – qui ne disposait en 1953 que de ces deux règles d'Application – écrivit dans « Some Linguistic Obstacles to Machine Translation » que sa grammaire bidirectionnelle ne pouvait montrer la bonne-formation syntaxique de la phrase « He looked it up ». Son raisonnement est le suivant (les schémas de dérivation syntaxiques correspondant aux exemples traités par Bar-Hillel sont donnés en fin de citation) :

⁴ Dans les règles, les parties en majuscule représentent la catégorie syntaxique, alors que les italiques en minuscule correspondent à l'interprétation sémantique affectée à la catégorie.

⁵ Par contre, ainsi que l'illustre le schéma de dérivation de « He looked up the table », les règles peuvent s'appliquer à n'importe quel endroit de la séquence catégorielle.

And what about a sentence like *He looked it up*? We all feel that *looked* and *up* belong together and that in the context *He looked up the table*, at any rate, *up* is an operator that out of an intransitive verbal to its left forms a transitive verbal, hence belongs to the category $n \backslash s \backslash (n \backslash s) / n$. This assignment indeed works well for *He looked up the table*, but would obviously not do for *He looked it up*, since there exists no derivation from this categorisation with an exponent *s* (1960 : 82-83).

Dérivation de *He looked up the table* :

Dérivation de *He looked it up* :

Il devient alors impossible de continuer à simplifier cette suite d'indices, si bien que l'on obtient un verdict de malformation pour cette phrase qui est pourtant tout à fait correcte grammaticalement.

S'il est bien évidemment possible de contester la catégorisation que Bar-Hillel associe à *up* en argumentant que cette particule n'a pas toujours pour fonction de rendre transitifs les verbes intransitifs, il reste que cette critique n'invalide pas le fait que les règles ne peuvent pas rendre compte de la flexibilité de l'ordre des mots dans une phrase. Cette insuffisance des grammaires catégorielles, que l'on retrouve dans toutes les grammaires en constituants immédiats, permet de comprendre pourquoi on put établir dans les années soixante que les grammaires catégorielles étaient équivalentes à des grammaires *context-free*, si bien qu'on les jugea empiriquement inadéquates.

3. Pourquoi conserver le principe d'adjacence ?

Il semble que la principale raison qui ait poussé les théoriciens des grammaires catégorielles à maintenir le principe d'adjacence résulte de leur volonté de pouvoir calculer conjointement la grammaticalité et la bonne-formation sémantique des phrases. Il est bien connu que les grammaires catégorielles se démarquèrent dès le début du courant chomskien en refusant de postuler un niveau syntaxique autonome du niveau sémantique. De fait cette volonté d'un « calcul en tandem » de la syntaxe et

de la sémantique ne trouva ses premières réalisations qu'après la parution dans les années soixante-dix des travaux de Montague qui montraient la voie à ce type d'approche. Plus précisément, le courant des grammaires catégorielles conserva de la « Universal Grammar » l'idée de la « rule-to-rule hypothesis » qui consiste à corréler chaque règle syntaxique avec une règle sémantique qui donne l'interprétation du résultat de l'opération syntaxique effectuée. Une conséquence de ce choix théorique fut l'adoption d'une sémantique compositionnelle⁶ telle que la signification d'une expression est déterminée par la signification de ses parties et par la façon dont elles sont combinées.

Il est remarquable de noter que le paradigme catégoriel tire profit de cette compositionnalité pour argumenter que leur approche permet de rendre compte – à l'égal du modèle chomskien – de la productivité du langage. B. Carpenter écrit en effet :

On the assumption that there are only finitely many atomic parts involved in language, say those corresponding to words, and furthermore that there are only finitely many grammatical constructions that can be employed to build larger structures, this definition {of the principle of compositionality} shows how a finite number of building blocks can be used to generate an infinite set of sentences and interpretations.

Et Carpenter en conclut :

There seems very little hope of building a non-compositional theory of meaning that would account for the productivity of language (1997 : 33).

4. Les premières résolutions des années 80

Dans cette section, je vais présenter une solution qui fut largement adoptée à la fin des années quatre-vingts et qui est représentative du traitement qui a pu être proposé pour résoudre les phénomènes de discontinuité. Par manque de place, je ne pourrai cependant pas proposer une analyse de tous les cas de discontinuité, mais les règles que je vais exposer permettent d'en rendre compte.

Les dépendances non bornées, comme le déplacement de *wh*- et la topicalisation, sont des exemples prototypiques de dépendance discontinue. Ainsi, la phrase enchâssée dans⁷ :

(I know) who John is related to
(je sais) qui John est apparenté à = je sais à qui John est apparenté

exhibe un SN objet de la préposition *to* déplacé de sa position normale du point de vue de la sémantique, vers la tête de phrase.

⁶ En pratique, le calcul compositionnel s'effectue grâce à l'emploi du lambda-calcul, car celui-ci permet de composer des fonctions et de déterminer les dénotations des catégories de base.

⁷ Dans cette présentation, nous reprenons les exemples de M. Moortgat (1988).

Si l'on cherche une résolution syntaxique et sémantique à ce type de phrase en se plaçant dans la perspective du calcul syntaxique de Lambek (1958) qui constitue la grammaire catégorielle de référence de toutes les grammaires catégorielles contemporaines (les grammaires combinatoires y compris), on constate qu'il est impossible de dériver :

who John is related to

comme résultant d'une permutation de :

John is related to who

car dans le calcul syntaxique de Lambek, les règles, qui offrent la possibilité d'effectuer des changements de type, ont toutes pour propriété de conserver l'ordre de la séquence⁸. Au nombre de cinq, ces règles sont, rappelons-le, les suivantes :

1) les deux versions (en avant et en arrière) de la règle d'*Application* :

$$\begin{aligned} \text{(R1)} \quad X/Y : f, Y : a &\Rightarrow X : f(a) \\ Y : a, Y \backslash X : f &\Rightarrow X : f(a) \end{aligned}$$

2) les deux versions de la règle de *Composition* :

$$\begin{aligned} \text{(R2)} \quad X/Y : f, Y/Z : g &\Rightarrow X/Z : \lambda v. f(g(v)) \\ Z/Y : g, Y \backslash X : f &\Rightarrow Z \backslash X : \lambda v. f(g(v)) \end{aligned}$$

3) les deux versions de la règle d'*Associativité* :

$$\begin{aligned} \text{(R3)} \quad (Z \backslash X)/Y : f &\Rightarrow Z \backslash (X/Y) : \lambda v_1 \lambda v_2 f(v_1(v_2)) \\ Z \backslash (X/Y) : f &\Rightarrow (Z \backslash X)/Y : \lambda v_1 \lambda v_2 f(v_1(v_2)) \end{aligned}$$

4) les deux versions de la règle de *Montée* :

$$\begin{aligned} \text{(R4)} \quad X : a &\Rightarrow Y/(X \backslash Y) : \lambda v. v(a) \\ X : a &\Rightarrow (Y/X) \backslash Y : \lambda v. v(a) \end{aligned}$$

5) les deux versions de la règle de *Division* :

$$\begin{aligned} \text{(R5)} \quad X/Y : f &\Rightarrow (X/Z)/(Y/Z) : \lambda v_1 \lambda v_2 f(v_1(v_2)) \\ Y \backslash X : f &\Rightarrow (Z \backslash Y) \backslash (Z \backslash X) : \lambda v_1 \lambda v_2 f(v_1(v_2)) \end{aligned}$$

Face à ce corps de règles acceptées par les tenants des grammaires catégorielles de la fin des années quatre-vingts, la stratégie va consister soit à poser de nouvelles versions de ces règles déjà existantes, soit à créer de nouvelles règles. Ainsi, dans le calcul de Lambek, la règle de Montée se présente sous une forme disharmonique, puisque les connecteurs de fonction qui interviennent dans les deux versions de cette règle ont toujours des directionnalités opposées : $Y/(X \backslash Y)$ ou $(Y/X) \backslash Y$. Pour

⁸ Le calcul de Lambek a en effet toujours rejeté les trois règles structurelles de Gentzen que sont la permutation, la contraction et l'affaiblissement. Cela signifie que dans ce calcul, on ne peut pas permuter des expressions (permutation : $ab \rightarrow ba$), répéter un argument (affaiblissement : $a \rightarrow aa$) et que deux occurrences doivent être présentes si une expression est requise deux fois pour que le constituant soit bien formé (contraction : $aa \rightarrow a$). Cf. Lambek in *Langages* 2002.

résoudre l'exemple ci-dessus proposé, l'idée sera d'ajouter à la version disharmonique de la règle de Montée une version harmonique où la directionnalité des deux connecteurs sera toujours la même. On obtient ainsi une nouvelle règle qui est :

$$(R'4) \quad X : a \Rightarrow Y/(Y/X) : \lambda v. v(a)$$

Ce faisant, on ouvre la possibilité d'affecter à l'élément *who* un nouveau type (du second ordre) qui permettra à la dérivation syntaxique de s'effectuer. Ce type $Y/(Y/X)$ pourra alors être ajouté au lexique des catégories assigné au pronom. Plus précisément, la dérivation syntaxique s'obtient en rassemblant grâce à la règle d'Associativité la suite *John is related to* et en lui appliquant successivement la règle de Montée disharmonique puis la règle de Composition. On obtient alors que cette séquence est de catégorie (P/SN) , c'est-à-dire qu'elle forme – conformément à notre intuition – une phrase incomplète à laquelle il manque un SN à sa droite. On applique alors la nouvelle version harmonique de la règle de Montée à la catégorie SN affectée à *who*, et cela a pour conséquence de modifier le SN en le changeant en $(P/(P/SN))$. De cette façon, la règle d'application, qui effectue les simplifications, peut enfin s'appliquer et établir que la suite correspond à une phrase grammaticalement bien-formée. L'arbre de dérivation est donc le suivant (nous avons choisi une présentation arborescente parce que celle-ci est plus lisible par le non-spécialiste que la disposition par liste utilisée dans les grammaires catégorielles) :

Si l'ajout d'une version harmonique de la règle de Montée permet de rendre compte de la bonne formation syntaxique (et sémantique) des phrases contenant des éléments discontinus périphériques⁹, cette règle s'avère en revanche inopérante pour analyser les cas d'extraction non périphériques. Ainsi, dans la phrase *(I know) what John put on the table*, la position normale de l'élément déplacé se trouve entre les sous-suites

⁹ Car la position normale de l'élément extrait est à la périphérie de la phrase.

John put et *on the table*. Aussi, par un processus analogue à celui explicité pour la règle de Montée, une règle de Composition disharmonique va être ajoutée au calcul de Lambek. Celle-ci s'énonce :

$$(R2') \quad Y/Z : g, Y \backslash X : f \Rightarrow X/Z : \lambda v. f(g(v))$$

Et permet d'obtenir la dérivation suivante :

A partir de ces deux exemples de dérivations syntaxiques, il devient possible de mieux appréhender la spécificité des règles du calcul lambekien, c'est-à-dire de comprendre pourquoi elles ont été qualifiées de règles de « changement de types »¹⁰. Si nous considérons l'action de la règle R4 de Montée, nous constatons qu'elle autorise qu'une expression de catégorie SN (celle qui a été par exemple affectée à *John*) puisse – parce que le contexte l'exige – changer de catégorie en endossant le type $(P/(SN \ P))$. De même, le nœud SP correspondant à la catégorisation de *on the table* effectuée, sous l'action de la règle R4, un changement de catégorie, puisqu'il se mute en $((((SN \ P)/SP) \ (SN \ P)))$. L'action des règles pouvant en principe être répétée indéfiniment, le problème de la gestion de cette polycatégorisation potentielle et en soi infinie fut résolu en décidant d'adopter une position d'assignement minimale des types telle que chaque expression de la langue se verra affecter dans le lexique sa catégorie syntaxique la plus probable dans les contextes où elle intervient de façon non problématique. On assignera donc à des noms comme *John* le type de base SN. Mais les règles de la grammaire pourront intervenir dans le lexique et produire des

¹⁰ Ici le terme de « type » est synonyme de « catégorie ». Cf. l'article de Lambek in *Langages* 2002 pour une explication de ce changement de terminologie.

changements de type (SN devint alors $(P/(SN \setminus P))$ si l'expression se trouve placée dans un contexte où sa catégorisation de départ ne permet pas à la dérivation syntaxique de s'effectuer. Cela signifie que chaque expression de la langue, munie de son type le plus banal, se verra relier grâce aux règles à une famille de types dont elle pourra endosser, si besoin est, la catégorisation.

La création d'une règle totalement nouvelle s'observe, par exemple, pour rendre compte du phénomène des catégories vides parasites qui nécessitent que certains antécédents soient utilisés deux fois. Ainsi, dans la subordonnée relative :

(the article) which John filed without reading
(l'article) que John a classé sans (le) lire

which doit être associé à deux positions vides situées à sa droite, car le sens affecté à ce SN est, d'une part, mobilisé pour comprendre l'objet du verbe *file* et doit, d'autre part, être aussi pris en compte pour restituer l'objet du verbe *read* :

John filed the articles without reading the articles
John a classé les articles sans lire les articles

C'est afin de rendre compte de ce phénomène sémantico-syntaxique complexe que la règle de *Substitution* disharmonique fut posée. Celle-ci s'énonce :

$$(R6) \quad Y/Z : g, (Y \setminus X)/Z : f \Rightarrow X/Z : \lambda v. f(v) (g(v))$$

et elle permet d'accorder, dans notre exemple, l'orientation à gauche du foncteur principal associé à *without reading* $((((SN \setminus P) \setminus (SN \setminus P))/SN)$ avec l'orientation à droite du foncteur correspondant à la catégorisation $((SN \setminus P)/SN)$ du verbe *filed*. Autrement dit, le résultat de la substitution permet, comme l'exige le verbe *filed*, que son argument soit situé à sa droite.

On obtient alors le schéma de dérivation suivant :

La conséquence de l'introduction de telles règles est que l'on perd la propriété de conservation de l'ordre du calcul directionnel de Lambek (1958) qui procédait, rappelons-le, par des opérations de concaténation (réalisées par les divisions gauche et droite) sur des éléments adjacents.

5. Le traitement des constituants discontinus dans le cadre de la logique linéaire non-commutative (1999-2003)

C'est afin de remédier au problème de la non-conservation de l'ordre que les théoriciens des grammaires catégorielles issues du calcul de Lambek se sont intéressés aux travaux sur la logique linéaire de J.-Y. Girard (1980). Si cette logique s'avère relativement proche du projet initial de Lambek en excluant les règles structurelles de Gentzen que sont l'affaiblissement et la contraction, il reste qu'elle permet des opérations de permutation que Lambek refuse puisqu'il veut rendre compte de l'ordre d'apparition des mots. Aussi, le cadre théorique choisi est-il la logique linéaire non commutative et il est possible dans cette perspective de traduire directement les types syntaxiques du calcul de Lambek (que nous avons utilisés dans la section précédente) en leur correspondant dans la logique linéaire non commutative. Pour ce faire, il suffit d'utiliser les deux connecteurs multiplicatifs de la logique linéaire *par* ($\wp$) et *fois* ($\otimes$) et les deux négations $A^\perp$ (*postnegation*) et ${}^\perp A$ (*retronegation*).

Les deux connecteurs multiplicatifs se présentent dans cette logique — de par l'application des lois de De Morgan — comme des duales, si bien qu'il est toujours possible de passer de l'un à l'autre :

Lois de De Morgan

$$(A \wp B)^\perp = B^\perp \otimes A^\perp$$

$${}^\perp (A \wp B) = {}^\perp B \otimes {}^\perp A$$

$$(A \otimes B)^\perp = B^\perp \wp A^\perp$$

$${}^\perp (A \otimes B) = {}^\perp B \wp {}^\perp A$$

Concernant les deux types de négations, leur particularité est que les lois classiques sur la double négation ne sont valables que pour les négations asymétriques. Cela signifie que l'on ne peut simplifier une formule doublement niée ${}^\perp{}^\perp A$, $A{}^\perp{}^\perp$ en sa contre-partie positive A .

Lois de négation

$${}^\perp(A^\perp) = ({}^\perp A)^\perp = A$$

$${}^\perp{}^\perp(A) \not\equiv A \quad {}^\perp{}^\perp(A) \not\equiv A$$

En fonction de ces quelques indications, il devient maintenant possible de présenter une table de correspondance entre les types syntaxiques classiques et les types de la logique linéaire non commutative, étant donné le principe de traduction suivant :

$A \backslash B$ se traduit $A^\perp \wp B$

B / A se traduit $B \wp^\perp A$

Table de correspondance des types

Verbe intransitif	$SN \backslash P$	$\Rightarrow SN^\perp \wp P$
Verbe transitif	$(SN \backslash P) SN$	$\Rightarrow SN^\perp \wp P \wp^\perp SN$
Verbe ditransitif	$((SN \backslash P) / SP) / SN$	$\Rightarrow SN^\perp \wp P \wp^\perp SP \wp^\perp S$
Déterminant	$P / (SN \backslash P)$	$\Rightarrow P \wp (\perp P \otimes SN)$
Déterminant	$(P / SN) \backslash P$	$\Rightarrow (SN \otimes P^\perp) \wp P$
Adverbe de verbe intransitif	$(SN \backslash P) \backslash (SN \backslash P)$	$\Rightarrow (P^\perp \otimes SN^\perp) \wp SN^\perp \wp P$

Dans la perspective catégorielle linéaire non commutative, le traitement de la phrase s'effectue en la réécrivant dans un premier temps sous la forme d'un séquent. La phrase *the children eat apples* s'écrit donc :

the children : SN, *eat* : VT, *apples* : SN $\mid \multimap S$

et ceci permet par exemple d'extraire le type du verbe transitif :

$\mid \multimap \text{eat}^\perp, SN^\perp, S, \perp SN$

Cette séquence catégorielle signifie qu'un verbe transitif peut se combiner simultanément avec son sujet et son objet.

Les règles du calcul des séquents pour la logique linéaire non commutative sont alors les suivantes :

$$\frac{\text{une règle axiome}}{\mid \multimap A^\perp, A} \quad (\text{id})$$

deux règles de coupures
(qui effectuent les simplifications)

$$\frac{\mid \multimap \Gamma, A, \Gamma' \quad \mid \multimap A^\perp, \Delta}{\mid \multimap \Gamma, \Delta, \Gamma'} \quad (\text{cut1}) \qquad \frac{\mid \multimap \Gamma, A \quad \mid \multimap \Delta, A^\perp, \Delta'}{\mid \multimap \Delta, \Gamma^\perp, \Delta'} \quad (\text{cut2})$$

$$\begin{array}{c}
 \text{deux règles } \textit{fois} \\
 \frac{|\vdash \Gamma, A, \Gamma' \quad |\vdash B, \Delta}{|\vdash \Gamma, A \otimes B, \Delta, \Gamma'} (\otimes 1) \qquad \frac{|\vdash \Gamma, A \quad |\vdash \Delta, B, \Delta'}{|\vdash \Delta, \Gamma, A \otimes B, \Delta'} (\otimes 2) \\
 \\
 \text{une règle } \textit{par} \\
 \frac{|\vdash \Gamma, A, B}{|\vdash \Gamma, A \wp B} (\wp)
 \end{array}$$

De plus, pour représenter la structure des phrases, on utilise des *réseaux de preuve* qui permettent de symboliser toutes les dérivations équivalentes, éliminant ainsi le problème des fausses ambiguïtés de structure. Ces réseaux de preuve sont construits en utilisant quatre sortes de liens différents :

Le réseau de preuve pour la phrase simple *the children eat apples* est ainsi :

En fonction de ce cadre théorique très brièvement esquissé¹¹, il devient possible de montrer la bonne formation syntaxique de phrases contenant des éléments discontinus. Considérons ainsi la séquence¹² :

¹¹ Se reporter à l'article de Casadio (*Langages* 2002) pour une présentation plus précise de la logique linéaire non commutative.

Whom did Elisa write a letter to ?

On peut construire un réseau de preuve pour cette phrase en assignant à *whom* le type $Q \perp\!\!\!\perp SN_3 \perp Q$ qui, de par les lois de De Morgan, est le dual du type $Q \wp \perp SN_3$ affecté au prédicat complexe résultant de la composition des constituants de la clause à laquelle le syntagme *whom* est relié :

La relation de dépendance est exprimée par la coupure intervenant entre le lien *par* de la clause principale et le lien *fois* de *whom*. Ce réseau de preuve se réduit par élimination de la coupure à la forme normale :

et l'on obtient comme dérivation :

En conclusion, le traitement syntaxique des éléments discontinus préconisé dans les années quatre-vingts a eu pour effet d'accentuer la tendance vers un lexicalisme radical. En effet, les types syntaxiques affectés aux expressions dans le lexique intègrent non seulement la composante syntaxique de la grammaire (puisque celle-ci opère au niveau des changements de types) mais contrôlent également l'interprétation sémantique de la composition des types. Ce système, très puissant de par l'ajout de nouvelles règles combinatoires, respecte certes le principe d'adjacence mais en dénature la raison d'être, puisque le non-respect de l'ordre des mots porte atteinte au calcul compositionnel de la sémantique. Sortir de cette difficulté exigeait de

¹² Cet exemple est emprunté à Casadio 1999.

changer le cadre théorique formel sous-tendant l'approche catégorielle. Mais si le recours actuel à la logique linéaire non commutative continue de conférer un rôle central à la notion de « type », il reste que celle-ci s'est appauvrie puisqu'elle ne permet pas actuellement de calculer la dimension sémantique des phrases.

Béatrice GODART-WENDLING

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AJDUKIEWICZ, K., 1935. "Die syntaktische Konnexität". *Studia Philosophica*. 1. 1-27. Trad. angl. dans Giedymin (1978), 118-139.
- BACH, E., 1984. « Some generalizations of categorial grammars » in F. Landman et F. Veltman (éds.), *Varieties of Formal Semantics*. Dordrecht : Foris, 1-23.
- BACH, E., 1988. « Categorial grammars as theories of language » in Oehrle *et al.* (éds.), 1988, 17-34.
- BAR-HILLEL, Y., 1953. « A Quasi-Arithmetical Notation for Syntactic Description ». *Language*. 29. 47-58. Repr. dans Bar-Hillel (1964), 61-74. Trad. fr. 1968 dans *Langages*. 9. 9-22.
- BAR-HILLEL, Y., 1960. « Some Linguistic Obstacles to Machine Translation ». *Advances in Computers*. New York : Academic Pres. 1. 197-207. Repr. dans Bar-Hillel (1964), 75-86.
- BAR-HILLEL, Y., 1964. *Language and Information : Selected essays on their theory and application*. Reading (Massachusetts)-Palo Alto-London-Don Mills (Ontario) : Addison-Wesley.
- BUSZKOWSKI W., W. MARCISZEWSKI & J. van BENTHEM, éds. 1988. *Categorial Grammar*. Amsterdam & Philadelphia : John Benjamins.
- CARPENTER, B., 1997. *Type-Logical Semantics*, The MIT Press.
- CASADIO, C., 1999. « Unbounded Dependencies in Non-Commutative Linear Logic », dans *Dynamic Perspectives in Logic and Linguistics*, Roma : Bulzoni (éd.). 23-36.
- CASADIO, C., 2001. "Non-commutative Linear Logic in Linguistics", *Grammars*, 4/3, 1-19.
- CASADIO, C. et LAMBEK, J., 2001. « A Tale of Four Grammars », *Studia Logica*, 69 : 89-114.
- GIEDYMIN, J., éd. 1978. *Kazimierz Ajdukiewicz : The scientific world-perspective and other essays. 1931-1963*. Dordrecht : D. Reidel.
- GIRARD, J.-Y., 1987. "Linear Logic", *Journal Theoretical Computer Science*, 50, 1-102.
- GODART-WENDLING, B., 1999a « Histoire de la notion de catégorie dans les premières grammaires catégorielles », dans *Actas del I Congreso Internacional de la Sociedad Española de Historiografía Lingüística*, M. Fernandez Rodriguez, F. Garcia Gondar & N. Vazquez Veiga (éds.), Madrid : Arco / Libros, S.L., pp. 335-346.

- GODART-WENDLING, B., 1999b « Mais que fait Bar-Hillel quand « le soleil siffle » ? », dans *History of Linguistics 1996*, D. Cram, A. Linn and E. Nowak (eds.), vol. 2, *From Classical to Contemporary Linguistics*, Amsterdam / Philadelphia, John Benjamins publishing compagny, pp. 321-329.
- GODART-WENDLING, B., 1999c « De l'ubiquité de l'ordre dans les premières grammaires catégorielles », *Historiographia Linguistica*, XXVI. 3. 383-405.
- GODART-WENDLING, B., 2000 « La place de la sémantique dans les premières grammaires catégorielles », dans *The History of Linguistic and Grammatical Praxis*, P. Desmet, L. Joonen, P. Schmitter, P. Swiggers (eds.), Louvain, Peeters, coll. orbis supplementa, vol. 14. 395-407.
- GODART-WENDLING, B., 2002, (dir.) *Les grammaires catégorielles*, *Langages* n° 148.
- HUSSERL, E., 1913. *Logische Untersuchungen*. 2nd ed. Halle : Max Niemeyer. (Trad. fr. *Recherches logiques*. 1962. Paris : PUF.)
- LAMBEK, J., 1958. « The Mathematics of Sentence Structure ». *American Mathematical Monthly*. 65. 154-170.
- LAMBEK, J., 1988. « Categorical and Categorical Grammars », in : Oehrle, Bach and Wheeler (eds), *Categorical Grammars and Natural Language Structures*, Reidel, Dordrecht, 297-317.
- LAMBEK, J., 1989. « On a Connection between Algebra, Logic and Linguistics », *Diagrammes*, 22, 59-75.
- LAMBEK, J., 1993. « From categorical Grammar to bilinear Logic », in : K. Dosen and P. Schroeder-Heister, *Substructural Logics*, Oxford University Press, 207-237.
- MONTAGUE, R., 1970. « Universal Grammar », dans R. Thomason, éd. (1974). *Formal Philosophy : Selected papers of Richard Montague*, New Haven & London : Yale Univ. Press. 222-246.
- MOORTGAT, M., 1988. *Categorical Investigations*. Dordrecht : Foris.
- OEHRLE, R., 1987. « Boolean properties in the analysis of gapping », in G. Huck et A. Ojeda (éds.), *Syntax and Semantics*, vol. 20 : *Discontinuous Constituents*, New York : Academic Press, 201-240.
- OEHRLE, R., E. BACH & D. WHEELER, éds. 1988. *Categorical Grammars and Natural Language Structures*. Dordrecht : D. Reidel.
- STEEDMAN, M., 1985. « Dependency and coordination in the grammar of Dutch and English », *Language*, 61 : 523-568.