



HAL
open science

Réminiscences catégorielles

Joachim Lambek, Béatrice Godart-Wendling

► **To cite this version:**

Joachim Lambek, Béatrice Godart-Wendling. Réminiscences catégorielles. Langages, 2002, Les grammaires catégorielles, 148, pp. 67-75. <hal-01314084>

HAL Id: hal-01314084

<https://hal.science/hal-01314084v1>

Submitted on 6 Mar 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Réminiscences catégorielles

In: Langages, 36e année, n°148, 2002. pp. 67-75.

Abstract

This article is the result of a collaboration between Godart-Wendling and Lambek in the form of an interview. The former asks the latter to retrace in broad outline his interest in the application of mathematics to linguistics. Prompted by her penetrating questions, he recalls how his old formulation of categorical grammar arose from algebra, but borrowed techniques from logic. He recalls how later he turned to rewrite rules to explicate verb-conjugations and kinship terminologies in natural languages and how, more recently, he returned to a simpler version of categorial grammar, which lends itself to easy one-dimensional calculations in place of the original two-dimensional proof-trees.

Citer ce document / Cite this document :

Lambek Jim, Godart-Wendling Béatrice. Réminiscences catégorielles. In: Langages, 36e année, n°148, 2002. pp. 67-75.

doi : 10.3406/lgge.2002.2423

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/lgge_0458-726X_2002_num_36_148_2423

Jim LAMBEK
Université Mc Gill
Département de Mathématiques et de Statistiques

Béatrice GODART-WENDLING
Université de Paris VII
Laboratoire d'histoire des théories linguistiques

RÉMINISCENCES CATÉGORIELLES

B. G.-W. : En tant que mathématicien, comment en êtes-vous venu à vous intéresser à l'approche catégorielle ?

J. L. : La notation arithmétique qui connecte le produit tensoriel avec une division droite et une division gauche trouva son origine dans plusieurs discussions que j'eus avec George Findlay¹ lorsqu'il faisait son post-doctorat à Mc Gill. Nous essayions alors de comprendre les éléments d'algèbre homologique, thème qui était dans l'air du temps à cette époque. Notre article, écrit en 1955, fut rejeté parce qu'un livre rédigé sur le sujet par Cartan et Eilenberg (1956) était sur le point d'être publié et que sa parution avait été retardée par les problèmes d'approvisionnement en papier que connut l'après-guerre. Plus tard, je fis en sorte d'utiliser la notation arithmétique dans mon livre *Lectures on Rings and Modules* (1966), mais la notation que je préconisais n'a pas retenu l'attention des théoriciens des anneaux. George Findlay (1968) employa aussi la même notation dans son article sur la théorie multiplicative des idéaux.

Comme j'avais étudié le latin et le grec à l'école, j'avais gardé un certain intérêt – certes assez marginal – pour la grammaire. Je me suis intéressé à la linguistique lorsque j'ai pris conscience que les mathématiques pouvaient lui être appliquées. Ainsi, il m'apparut que la notation que j'avais définie pouvait être utilisée pour analyser les structures de phrases en langue naturelle. Je fus de plus stimulé dans cette idée par la théorie des types de Church (1940) en logique mathématique qui comprenait deux types de base (correspondant à s et n) et qui permettait de supplanter « l'encombrante » théorie des types des *Principia Mathematica* de Russell et Whitehead. Je me suis alors demandé si l'idée était connue parmi les linguistes et j'ai commencé à faire une recherche superficielle à travers les publications. À cette époque, il n'existait que deux revues de linguistique : *Language* et *Word*. En parcourant les plus récents numéros de la première, je découvris l'article de Bar-Hillel (1953) qui avait recouru pratiquement à la même idée. Lui aussi se

1. George Findlay est un mathématicien écossais qui, après avoir étudié la théorie des groupes à Cambridge, a été assistant post-doctorant de recherche à Mc Gill puis professeur pendant quelques années dans cette même université.

servait de deux divisions, bien qu'il n'utilisât pas la même notation que moi, et il faisait référence aux travaux précédents d'Ajdukiewicz (1935), qui, lui, n'avait utilisé qu'une seule division. Je constatai alors que le calcul syntaxique que j'avais élaboré allait un peu plus loin dans la théorie et je décidais d'écrire un article sur ce sujet que je soumis à la revue *American Mathematical Monthly*. Je choisis le terme « calcul » et non de celui de « grammaire » car j'avais pris conscience qu'il présentait – en tant que système formel – un intérêt qui allait au-delà de sa simple application aux langages naturels. Mais en tant que mathématicien n'ayant qu'un intérêt d'amateur pour la linguistique, je n'ai cependant pas osé le soumettre à une revue de linguistique.

B. G.-W. : Votre article a été rédigé en 1956, pourquoi n'a-t-il été publié que deux ans plus tard, après la parution de Syntactic Structures ?

J. L. : Il advint que l'arbitre fut Bar-Hillel en personne, qui gronda ma secrétaire pour avoir dactylographié « categorical » (catégorique) au lieu de « categorial » (catégoriel). Le premier terme faisait apparemment référence à la théorie des catégories de Eilenberg et Mac Lane (1945) tandis que le deuxième renvoyait aux catégories en tant que types d'Aristote, de Kant, et d'Ajdukiewicz. Je n'ai pas avoué que j'ignorais moi-même la distinction entre les deux adjectifs².

Mais, plus sérieusement, Bar-Hillel m'exhorta à trouver une procédure de décision pour mon système. Alors que son système et celui d'Ajdukiewicz n'autorisaient que les contractions telles que :

$$(s/n) \otimes n \rightarrow s$$

le mien permettait aussi de réaliser des expansions de la forme :

$$n \rightarrow (s/n) \setminus s.$$

Il n'était donc pas évident de déterminer si une chaîne de types donnés pouvait être contractée en un type s de phrase. Heureusement, je venais de donner un cours de logique pour lequel j'avais utilisé le livre de Kleene (1952) et bien que, pendant le cours, j'aie sauté la partie concernant la méthode de Gentzen, un de mes étudiants décida d'écrire son travail de recherche de maîtrise sur ce sujet et m'obligea ainsi à parcourir cette section. Je me rendis alors compte que mon idée de calcul syntaxique était essentiellement la même que celle du calcul propositionnel intuitionniste positif de Heyting sans l'apport cependant des trois règles structurelles de Gentzen : permutation, contraction et affaiblissement³. La théorie

2. De même, j'ai choisi d'utiliser dans l'article de 1958 le terme de "type" et non pas celui de "catégorie" comme l'avaient fait Bar-Hillel et Ajdukiewicz, car la notion de "type" avait été utilisée par Russell et Church, alors que le terme de "catégorie" risquait d'entrer en conflit avec l'usage qu'en faisaient Eilenberg et Mac Lane.

3. Rappelons que ces règles structurelles sont : la permutation : $ab \rightarrow ba$, la contraction : $aa \rightarrow a$, l'affaiblissement : $a \rightarrow aa$.

Étant donné que ces règles sont absentes du calcul syntaxique, cela signifie : – qu'on ne peut permuter des expressions ; – que si une expression est requise deux fois pour que le constituant soit bien formé, les deux occurrences sont nécessaires ; – qu'un argument ne peut pas être répété.

de Gentzen sur l'élimination des coupures était même plus facile à prouver en l'absence des règles structurelles et cela répondait à l'objection de Bar-Hillel.

B. G.-W. : Dans cet article, vous remerciez Chomsky. Quels ont été vos rapports avec lui ?

J. L. : J'ai rencontré Chomsky dans une conférence de linguistique mathématique organisée par Yngve. Nous avons alors échangé des épreuves d'article que nous venions de rédiger et par la suite nous avons entretenu pendant un certain temps une correspondance relativement animée.

B. G.-W. : Vous mentionnez dans votre article l'utilisation qui pourrait être faite de votre calcul syntaxique en traduction automatique. Étiez-vous vraiment intéressé par ce type d'approche ?

J. L. : Non, car les premiers espoirs que les grammaires catégorielles pourraient être utiles pour la traduction automatique des langues se révélèrent vite prématurés et ce type de projet ne réapparut qu'épisodiquement à l'occasion de l'attribution de quelques bourses de recherche. De toute façon, les ordinateurs modernes n'arrivent même pas à traduire un langage de programmation en un autre !

B. G.-W. : Parmi les faits empiriques que vous avez traités dans cet article, pourquoi n'avoir pas rendu compte de la quantification ?

J. L. : D'un point de vue syntaxique, les quantificateurs tels que « every » et « some » ne sont que des déterminants comme « the », « many », etc. Dans l'article de 1958, je ne les ai pas traités délibérément, parce que leurs types – respectivement $(s/(n \setminus s))/n$ et $((s/n) \setminus n)/n$ en position sujet et objet – pouvaient sembler inutilement compliqués puisque la distinction n'est pas véritablement effectuée en anglais, alors que c'est le cas par contre en allemand.

B. G.-W. : Pourquoi n'avez-vous pas intégré la dimension sémantique dans votre calcul ?

J. L. : Parce que la prise en compte de la sémantique est beaucoup plus difficile à réaliser que le traitement purement syntaxique ou morphologique. Encore maintenant, comme je l'ai souvent souligné dans certains de mes articles, le calcul syntaxique peut devenir un calcul sémantique analogue à celui de Curry si l'on introduit les règles structurelles de Gentzen.

B. G.-W. : Pour déterminer vos types syntaxiques vous utilisez le test classique de la substitution et vous faites de plus l'hypothèse que la séquence considérée est une phrase (vous posez par exemple que "Jean travaille" est un s). Puisque vous ne limitez pas le champ d'application de la substitution en lui imposant des contraintes sémantiques, cela signifie-t-il – pour reprendre l'exemple d'Ajdukiewicz – que vous considéreriez la séquence "le soleil siffle" comme une phrase puisque celle-ci résulte de la substitution de "siffle" à "brille" dans la phrase sémantiquement correcte "le soleil brille" ?

J. L. : Bien sûr, pour moi « le soleil siffle » est une phrase grammaticale. Vous ne pouvez pas l'éliminer, sans éliminer également la phrase vraie « le soleil ne siffle pas ».

B. G.-W. : Dans l'article de 1958, on peut avoir l'impression que les règles syntaxiques ont été posées de façon ad hoc, afin de pouvoir traiter de cas empiriques précis. Quel a été votre critère pour déterminer que telle règle devait être posée et non telle autre ?

J. L. : Comme dans n'importe quelle science, on recherche toujours les hypothèses les plus simples qui expliqueront les faits connus et prédiront les autres. En grammaire catégorielle, les hypothèses sont des assignements de types. Souvent je me suis senti obligé de rejeter les premiers assignements que j'avais attribués à certains types en faveur d'autres d'assignements qui se révélaient plus efficaces.

B. G.-W. : Pourriez-vous expliquer pourquoi votre calcul syntaxique n'est pas soumis aux limitations de la preuve de Gaifman ?

J. L. : Je pense que vous êtes en train de parler de cette preuve qui établit que certains calculs ne donnent lieu qu'à des grammaires hors-contexte. En ce qui concerne le calcul syntaxique, il s'est révélé que c'était une question difficile, connue sous le nom de « conjecture de Chomsky » et qui n'a été résolue qu'en 1993 par Pentus. D'une façon générale, je n'ai pas travaillé les propriétés purement formelles de mon calcul syntaxique car les différents théorèmes de complétude ont été démontrés par Andrejka, Buszkowski, Dosen, Pentus et d'autres.

B. G.-W. : Après la parution de votre article de 1958, quels prolongements avez-vous donnés à votre calcul syntaxique ?

J. L. : Mon premier article (1958) sur le calcul syntaxique fut suivi par deux autres. En (1959) j'y ai ajouté des types de base pour rendre compte plus précisément de l'anglais parlé⁴. En (1961), parce que je ne pouvais rien dire de plus sur le sujet, je me suis mis à explorer une variante non associative de mon calcul syntaxique. Tandis que la version associative s'appliquait à des chaînes de mots, la version non associative s'appliquait à des chaînes entre crochets, ou, de manière équivalente, à des arbres. Toutefois, je dois avouer que je ne suis pas un fervent adepte des constructions arborescentes car je suis plutôt enclin à penser que les arbres sont un produit dérivé de l'analyse grammaticale et qu'ils ne sont donc pas le but de l'analyse en elle-même. De plus, ils pêchent par leur absence de réalité psychologique.

Après ces trois articles, je perdis la foi en l'idée d'une approche de la grammaire en termes de catégories. Bien que j'aie alors reçu les encouragements de Noam Chomsky, Robert Lees et Haskell Curry, mon calcul syntaxique n'avait pas fait de vagues dans le monde linguistique de l'analyse structurale alors établi, et je dus même faire face à un antagonisme actif de la part de quelques-unes des étudiantes avancées que j'ai rencontrées. Bientôt, la linguistique structurale fut balayée par la grammaire générative transformationnelle de Chomsky (1957) que j'ai même ressentie comme plus puissante et plus intéressante que la grammaire basée sur les types.

B. G.-W. : Pourquoi avez-vous pensé cela ?

J. L. : Parce que mon calcul syntaxique abordait seulement les questions grammaticales d'une façon superficielle, alors que Chomsky est un vrai linguiste qui traite

4. Les types ajoutés dont il est question sont l'infinitif des verbes intransitifs (noté *i*), le participe passé des verbes intransitifs (noté *q*) et le participe présent des verbes intransitifs (noté *p*).

de la grammaire et des problèmes de grammaire. J'espère que l'approche que je propose actuellement pourra faire mieux.

B. G.-W. : Comment avez-vous perçu le travail de Curry ?

J. L. : Parallèlement à mon calcul syntaxique, Haskell Curry (1961) développa son propre système qui, en le considérant maintenant rétrospectivement, aurait plutôt dû s'appeler calcul sémantique. Contrairement à mon système, celui-ci admet les trois règles structurelles de Gentzen. Toutefois, en tant que système formel, il est équivalent au calcul propositionnel intuitionniste positif. Curry s'était rendu compte que la théorie de la preuve du calcul propositionnel intuitionniste positif pouvait être faite grâce à sa logique combinatoire, ou grâce au lambda-calcul de Alonzo Church. Cette correspondance est maintenant connue sous le nom d'« isomorphisme de Curry-Howard ». Quant à moi, je considère que la grammaire sémantique de Montague (1974) est une élaboration du système de Curry.

B. G.-W. : Avez-vous eu des contacts avec R. Montague ?

J. L. : Je n'ai jamais parlé avec Montague, mais j'ai écouté une de ses conférences et j'étais agacé qu'il ne se réfère jamais à Curry.

B. G.-W. : Pendant presque trente ans vous n'avez plus développé votre perspective catégorielle en linguistique. Pourtant vous avez continué de travailler en mathématique sur la notion de catégorie...

J. L. : Bien que j'eusse perdu mon intérêt pour les applications linguistiques qui pourraient être générées par mon calcul syntaxique, je n'abandonnais pas pour autant le calcul lui-même et je poursuivis mes recherches dans ce domaine vers une généralisation catégorique dans un article sur les catégories résiduelles (1969). À ma grande surprise, le théorème sur l'élimination des coupures s'avéra être signifiant au niveau des catégories puisqu'il permet de trouver toutes les flèches de A vers B dans la catégorie résiduelle libre générée par un graphe.

B. G.-W. : Le fait est peut-être moins connu des linguistes, mais vous avez également élaboré pendant une vingtaine d'années des grammaires de production. Pourquoi et sur quoi portaient-elles ?

J. L. : Mon intérêt, en sommeil, pour la grammaire fut ravivé à deux occasions. La première fois, pendant une année sabbatique à Paris, lorsqu'une amie me fit connaître un livre sur le verbe français qu'elle me recommanda vivement de lire. Je n'ai pas réussi à en absorber complètement le contenu, mais, par contre, j'écrivis un article (1975) dans lequel je montrai comment générer avec une grammaire de production les $7 \times 6 = 42$ formes finies du verbe français. Plus tard (1979), je fis la même chose pour les $3 \times 5 \times 6 = 90$ formes finies du verbe latin. La deuxième fois, ce fut mon fils Michael qui à cette époque faisait un travail de terrain en anthropologie à Mayotte et qui me demanda de l'éclairer sur la terminologie des liens de parenté dans un dialecte malgache. Nous écrivîmes alors un article en commun (1981) sur ce sujet, qui fut suivi plus tard par mon article sur la terminologie des liens de parenté en anglais (1986). En collaboration avec Mira Bhargava (1983), je me suis également intéressé à la terminologie en hindî et en sanskrit (1992) et nous avons ainsi publié un article (1995) sur les liens de parenté aux Trobriands. Nous

avons montré que tous ces liens de parenté pouvaient être générés par des grammaires de production.

B. G.-W. : Pourquoi vous êtes-vous de nouveau intéressé aux grammaires catégorielles à la fin des années 80 ?

J. L. : Mon intérêt pour la grammaire catégorielle fut largement restimulé par deux colloques que j'ai suivis à Tuscon (Arizona) organisés par Dick Oehrle et qui m'ont alors conduit à rédiger deux articles (1988) et (1989). Ce que j'ai appris durant ces deux colloques était qu'un certain nombre de chercheurs en logique (Buszkowski, Moortgat, ...) étaient en train d'apporter d'importantes contributions théoriques au calcul et que, par ailleurs, quelques linguistes avaient découvert certaines propriétés aux types syntaxiques. Certaines de ces propriétés se retrouvaient dans des théorèmes du calcul syntaxique mais d'autres manquaient à mon avis de validité en grammaire universelle⁵. Parmi les contributions théoriques récentes, j'aimerais en faire ressortir deux, celle de Pentus (1993) et celle de Kanazawa (1992). La première prouve une conjecture de Chomsky, à savoir, que la grammaire implicite dans le calcul syntaxique est indépendante du contexte, et la deuxième montre que cela ne tient plus si des opérations "additives" sont incorporées dans le calcul. Mais, avant cette période, j'avais plutôt eu l'impression que mes premiers travaux n'avaient pas eu d'impact sur la communauté linguistique.

B. G.-W. : Pourriez-vous nous parler de vos travaux actuels ?

J. L. : Après que la logique linéaire de Girard (1987) eut produit son effet sur la théorie en sciences informatiques, on s'est rendu compte que le calcul syntaxique était simplement le soi-disant fragment "multiplicatif" du calcul intuitionniste bilinéaire (c'est-à-dire linéaire non commutatif). Plusieurs techniques développées par Girard et ses disciples furent transférées à la linguistique catégorielle. Parmi ses techniques, on trouve la méthode des réseaux de preuve qui remplace les preuves formelles par un raisonnement géométrique complexe. En logique bilinéaire compacte, ces réseaux de preuve (qui sont des diagrammes géométriques) se réduisent à des liens qui indiquent les contractions. Ayant toujours admiré Descartes parce qu'il avait pu montrer que la géométrie pouvait être remplacée par l'algèbre, je fus alors quelque peu déconcerté par le fait que beaucoup de gens allaient maintenant dans la direction opposée.

Je finis d'être convaincu de l'intérêt de la logique bilinéaire lorsque Claudia Casadio eut la brillante idée de penser qu'elle pouvait également être appliquée, de manière fructueuse, à la linguistique. Il n'y avait qu'un problème : dans cette nouvelle logique, le produit tensoriel \otimes possède une opération duale \oplus à la De Morgan (le « par » de Girard) dont la signification linguistique semblait plutôt obscure. J'en ai d'ailleurs débattu dans mon article de 1993. Je fis alors un pas en avant en proposant que \oplus soit équivalent à \otimes . Ce faisant, on obtient ce qu'on pourrait appeler une logique bilinéaire "compacte" qui est proche de l'utilisation que Barr (1979) fait de ce mot dans ses catégories *-autonomes.

5. Par exemple, toutes les règles dépendant d'une certaine forme de commutativité ne sont pas valides dans toutes les langues.

B. G.-W. : Pourriez-vous développer ce que vous appelez la "logique bilinéaire compacte" et l'utilisation faite par Barr de ce mot dans ses catégories *-autonomes ?

J. L. : La logique linéaire classique (c'est-à-dire linéaire non commutative) est obtenue à partir du calcul syntaxique en ajoutant un nouveau symbole 0 et en postulant que :

$$(0/a) \setminus 0 \rightarrow a \leftarrow 0/(a \setminus 0)$$

Si l'on écrit $0/a = a^{\#}$ et $a \setminus 0 = a^{\text{d}}$, on peut définir :

$$a + b = (b^{\#} a^{\#})^{\text{d}} \leftrightarrow (b^{\text{d}} a^{\text{d}})^{\#}$$

Si on postule $a + b \leftrightarrow ab$ et $0 \leftrightarrow 1$, alors la logique est dite être « compacte ». Barr a utilisé ce terme quand il a fait l'hypothèse analogue d'identifier le produit tensoriel avec le dual de De Morgan.

B. G.-W. : Dans vos articles les plus récents, vous recourez à la notion mathématique de « groupe ». Pourriez-vous expliquer son intérêt en syntaxe ?

J. L. : Étant arrivé, par un chemin détourné, à une application linguistique de la logique bilinéaire compacte, je me rendis compte que j'aurais pu y parvenir beaucoup plus rapidement en m'inspirant de la généralisation commune de la notion de groupe en mathématique. Le concept de groupe en lui-même n'était pas très utile en grammaire, l'obstacle principal étant que l'inverse droit a^{d} et l'inverse gauche $a^{\#}$ d'un élément de groupe sont nécessairement les mêmes puisque :

$$a^{\text{d}} = 1 \ a^{\text{d}} = (a^{\#} a) \ a^{\text{d}} = a^{\#} (a \ a^{\text{d}}) = a^{\#} 1 = a^{\#}$$

Cependant, supposons qu'au lieu de :

$$a^{\#} a = 1 = a \ a^{\text{d}}$$

nous ne demandions simplement que⁶ :

$$a^{\#} a \rightarrow 1 \rightarrow a \ a^{\#} \quad , \quad a \ a^{\text{d}} \rightarrow 1 \rightarrow a^{\text{d}} a$$

où la flèche \rightarrow est une relation transitive, réflexive et antisymétrique, donc en général $a^{\text{d}} \neq a^{\#}$. Il est alors étonnant de constater que ce qui résulte de la généralisation de groupe n'est autre qu'un modèle de logique bilinéaire compacte, compte tenu que nous identifions ab avec $a \otimes b$, a^{d} avec $a \setminus 1$ et $a^{\#}$ avec $1/a$.

Bien qu'il persiste encore quelques problèmes non encore résolus, les résultats de la logique bilinéaire compacte appliqués à la grammaire anglaise me paraissent tout à fait convaincants ainsi que je tenterai de le montrer au travers de quelques exemples. Il est à noter que, tant que l'on n'est intéressé que par la vérification de la notion de phrase, les contractions $a^{\#} a \rightarrow 1$ et $a \ a^{\text{d}} \rightarrow 1$ suffisent (les expansions $1 \rightarrow a \ a^{\#}$ et $1 \rightarrow a^{\text{d}} a$ ne sont pas nécessaires). Voici quelques exemples :

(1)	You	have	been	seeing	her
	π_2	$(\pi_2^{\text{d}} s_1 p_2^{\#})$	$(p_2 p_1^{\#})$	$(p_1 o^{\#})$	o
	└───┘	└───┘	└───┘	└───┘	

6. Dans ce calcul, seules $a^{\#} a \rightarrow 1 \rightarrow a \ a^{\#}$ et $a \ a^{\text{d}} \rightarrow 1 \rightarrow a^{\text{d}} a$ ont le statut de lois universelles. La détermination des types est, par contre, tributaire de la langue étudiée.

- (2) Have you seen her ?
 ($q p_2^s \pi_2^s$) π_2 ($p_2 o^s$) o
- (3) Whom have you seen ?
 ($q' o^s q^s$) ($q p_2^s \pi_2^s$) π_2 ($p_2 o^s$)
-

Ces exemples mettent en jeu les types de base suivants⁷ :

- π_2 = deuxième personne
- s_1 = phrase au temps présent
- p_1 = participe présent
- p_2 = participe passé
- o = objet
- q = question oui-non
- q' = toute question

En général, les types de base peuvent former un ensemble partiellement ordonné (nous avons, ainsi, par exemple : $q \rightarrow q'$). De plus, il semble qu'une bonne partie de la grammaire puisse être rangée dans le dictionnaire⁸. Ainsi, *seen* a le type $p_2 o^s$ et *have* le type $\pi_2^d s_1 p_2^s$ dans l'exemple (1) mais le type $q p_2^s \pi_2^s$ dans les exemples (2) et (3) où il est accompagné d'une intonation montante. Notez que le double *gg* de (3) signale la présence d'une *trace* au sens chomskien, bien que je n'aie pas besoin d'user de ce concept dans ma grammaire. Les liens qui se dessinent dans cet exposé ne sont, bien sûr, qu'un pâle reflet des fameux réseaux de preuve.

B. G.-W. : Quel traitement sémantique peut être fait de ce nouveau calcul syntaxique ?

J. L. : Jusqu'à présent, je n'ai pas traité de la sémantique dans ce nouveau calcul. J'ai simplement rendu compte de problèmes syntaxiques et morphologiques, mais je réfléchis actuellement avec Claudia Casadio pour appliquer ce calcul à la sémantique.

7. Plus généralement, le calcul demande de mobiliser six types π_k correspondant aux six personnes de conjugaison, de deux à quatre types s_j pour rendre compte des temps verbaux, d'un type o' pour marquer le datif et de q_1 et q_2 pour indiquer les interrogatives au présent et au passé (où $q_1 \rightarrow q$ et $q_2 \rightarrow q$).

8. L'ensemble des types est donc rangé dans le lexique qui est considéré comme premier dans cette perspective catégorielle.

Références bibliographiques

- AJDUKIEWICZ, K. (1935) « Die syntactische Konnexität », *Studia Philosophica*, I, 1-27.
- BAR-HILLEL, Y. (1953) « A Quasi-arithmetical Notation for Syntactic Description », *Language*, 29, 47-58.
- BARR, M. (1979) **-Autonomous Categories*, Springer LNM 752.
- BHARGAVA, M. & LAMBEK, J. (1983) « A Production Grammar for Hindi Kinship Terminology », *Theoretical Linguistics*, 10, 227-245.
- BHARGAVA, M. & LAMBEK, J. (1992) « A Production Grammar for Sanskrit Kinship Terminology », *Theoretical Linguistics*, 18, 45-66.
- BHARGAVA, M. & LAMBEK, J. (1995) « A Rewrite System of the Western Pacific: Lounsbury's Analysis of Trobriand Kinship Terminology », *Theoretical Linguistics*, 21, 241-253.
- CARTAN, H. & EILENBERG, S. (1956) *Homological Algebra*, Princeton University Press.
- CASADIO, C. (2001) « Non-commutative Linear Logic in Linguistics », *Grammars*, 4/3, 1-19.
- CHOMSKY, N. (1957) *Syntactic Structures*, Mouton & Co.
- CHURCH, A. (1940) « A Foundation for the Simple Theory of Types », *Journal of Symbolic Logic*, 5, 56-68.
- CURRY, H. B. (1961) « Some logical Aspects of Grammatical Structure », in R. Jakobson (eds), *Structure of Language and its Mathematical Aspects*, Proc. Symposia Applied Mathematics, 12, A.M.S Providence R.I., 56-58.
- EILENBERG, S. & MAC LANE, S. (1945) « General Theory of Natural Equivalences », *Trans. Amer. Math. Soc.*, 58, 231-294.
- FINDLAY, G. (1968) « Multiplicative Ideal Theory and Rings of Quotients I », *Proc. Royal Society of Edinburgh, Section A*, 68, 30-53.
- GIRARD, J.-Y. (1987) « Linear Logic », *Journal Theoretical Computer Science*, 50, 1-102.
- KANAZAWA, M. (1992) « The Lambek Calculus enriched with additional connectives », *Journal Logic Language and Information*, 1, 141-171.
- KLEENE, S. C. (1952) *Introduction to metamathematics*, Van Nostrand, New York.
- LAMBEK, J. (1958) « The Mathematics of sentence structure », *Amer. Math. Monthly*, 65, 154-170.
- LAMBEK, J. (1959) « Contributions to a mathematical analysis of the English verb-phrase », *Journal Canadian Linguistics Association*, 5, 83-89.
- LAMBEK, J. (1961) « On the Calculus of Syntactic Types », American Mathematical Society, *Proc. Symposium Applied Math.*, 12, 166-178.
- LAMBEK, J. (1966) *Lectures on Rings and Modules*, Blaisdell Publishing Co., Waltham Mass.
- LAMBEK, J. (1969) *Deductive Systems and Categories II*, Springer LNM 86, 76-122.
- LAMBEK, J. (1975) « A Mathematician Looks at French Conjugation », *Theoretical Linguistics*, 2, 203-214.
- LAMBEK, J. (1979) « A Mathematician Looks at Latin Conjugation », *Theoretical Linguistics*, 6, 221-234.
- LAMBEK, J. & LAMBEK, M. (1981) « The Kinship Terminology of Malagasy Speakers in Mayotte », *Anthropological Linguistics*, 23, 154-182.
- LAMBEK, J. (1986) « A Production Grammar for English Kinship Terminology », *Theoretical Linguistics*, 14, 19-36.
- 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. (1974) *Formal Philosophy*, New Haven. Conn : Yale University Press.
- PENTUS, M. (1993) « Lambek Grammars are context free », *Proc. 8th LICS Conference*, Montreal, 429-433.