MATHÉMATIQUES ET SCIENCES HUMAINES

JEAN-PIERRE DESCLÉS
JEAN-PIERRE GINISTI

Bibliographie commentée

Mathématiques et sciences humaines, tome 103 (1988), p. 93-109
<http://www.numdam.org/item?id=MSH_1988__103__93_0>

Math. Inf. et Sci. hum. (26e année, n°103, *1988*, pp.93-109).

BIBLIOGRAPHIE COMMENTEE

Jean-Pierre Desclés et Jean-Pierre Ginisti

1. LOGIQUE COMBINATOIRE ET LAMBDA-CALCUL

AJDUKIEWICZ, K., 1935, "Die syntaktishe Konnexität", *Studia Philosophica*, vol. 1, pp. 1-27, repris dans *Polish Logic 1920-1939*, sous le titre "Syntactic connexion", trad. de H. Weber, 1967, Oxford, Clarendon (S.McCalled.).

@ Bonne analyse par Gardies, 1975, pp. 72 *sq*.. Curry et Feys signalent (p. 274) que l'idée symbolisée par $F\alpha\beta$ dans la théorie de la fonctionnalité correspond à l'idée symbolisée par la notation fractionnaire α/β dans l'article de Ajdukiewicz. Cet article historique est à la base de ce qui est devenu avec Bar-Hillel (1953) les "grammaires catégorielles".@

BACON, J., "The completeness of a predicate-functor logic", *The Journal of symbolic logic*, vol.50, 4, pp.903-926.

@ Présente une formulation de la PFL (cf. QUINE, 1960) avec identité dans un système de déduction naturelle écrit à la manière de Fitch, et en démontre la complétude sémantique.@

BARENDREGT, H. P., 1981 (1984, 2° ed), *The Lambda Calculus, its Syntax and Semantics*, North-Holland.

@ Ouvrage très complet ; il aborde à la fois la présentation syntaxique (réduction et conversion) et les "théories" définies comme des extensions consistantes du lambda-calcul pur (c'est-à-dire sans types) puis les modèles sémantiques (modèles de Plotkin et de Scott ; le modèle de Scott ; le modèle des arbres de Böhm) ; un chapitre important aborde les stratégies de réduction et les stratégies optimales ; un court chapitre présente les combinateurs ; les systèmes typés sont évoqués dans une annexe ; nombreux exercices.@

BUNDER, M.W., 1974, "Various systems of set theory based on combinatory logic", *Notre-Dame journal of formal logic*, Université Notre-Dame, Indiana, 15,2, pp.192-206.

BUNDER, M.W., 1974, "Propositional and predicate calculuses based on combinatory logic", *ibid.*, pp.25-34.

@ On trouvera dans le même périodique plusieurs autres articles de M.W. BUNDER, sur la logique combinatoire.@

CHURCH, A., 1941, *The Calculi of Lambda Conversion*, Princeton Univ. Press.

@ Premier travail sur le lambda-calcul présenté avec certaines restrictions (appelé le système de la 'lambda-K-conversion') : la lambda-expression '*lambda* x.Y' n'est possible que si x présente au moins une occurrence dans Y ; ceci évite d'avoir des termes significatifs (avec formes normales associées) qui contiendraient des parties " non significatives" ; applications à la définition des entiers, des opérations arithmétiques et aux fonctions récursives.@

CURRY, H.B., 1951, "La théorie des combinateurs ; la logique combinatoire et les antinomies", *Rendiconti di matemat. e delle sue applic.*, 10, pp.347-359, pp.360-370.

@ Conférence faite en français par Curry devant la Società italiana di logica e filosofia delle scienze, explicitant clairement les objectifs de la logique combinatoire et présentant pour un public assez large les résultats acquis en 1951.@

CURRY, H.B., 1964, "The elimination of variables by regular combinators", *in* BUNGE, M., *The critical approach to science and philos.*, London, Collier McMillan, pp.127-143.

@ L'auteur répond à deux critiques (à vrai dire trop peu élaborées) adressées par Quine, 1960, p.346 note, aux opérateurs de Schönfinkel, à savoir de porter "sur eux-mêmes et les uns et les autres" (parce qu'ils conviennent à des objets quelconques), alors que ceux de Quine ne portent que sur des prédicats ; et de supposer "un univers abstrait équivalent à celui de la plus haute théorie des ensembles". Curry exprime son désaccord avec le second point en revendiquant la neutralité ontologique de la logique combinatoire : la possibilité, entre autres, d'appliquer x à y, objets quelconques, ne suppose pas d'engagement sur la nature de x et de y, mais il accorde qu'on peut toujours s'intéresser, comme le fait Quine, à un langage où l'application de x à y n'est définie que pour certaines sortes d'objets, par exemple comme chez Quine définie dans le seul cas où x est un opérateur et y un prédicat. Il entend montrer, toutefois, que "les transformations sur les prédicats f admises par Quine sont toutes des cas particuliers de transformations qui peuvent être accomplies par des combinateurs réguliers" (p.133), et cela bien que Quine ait, à son avis, restreint abusivement à 6 éléments les opérateurs qu'il prétend utiliser (les effets d'un opérateur sur un prédicat dépendant dans son langage formel, en toute rigueur, de l'arité du prédicat auquel il s'applique). Voir aussi Curry, Hindley, Seldin, 1972, pp.11-13.@

CURRY, H.B., 1967, "Logic, Combinatory", *The Encyclop. of Philos.*, 4, New York, pp.504-509.

@ Introduction à la logique combinatoire et au calcul-λ.@

CURRY, H.B., 1968, "Combinatory logic", *in Contemporary philos., La Philosophie contemporaine*, Firenze, La nuova Italiana editrice, pp.295-307.

@ Compte-rendu historique du développement de la logique combinatoire.@

CURRY, H. B., FEYS, R., 1958, *Combinatory Logic*, vol. I, North-Holland.

@ La "Bible" de la logique combinatoire et du lambda-calcul par l'un de ses principaux fondateurs ; exposé très complet et très soigné encore d'actualité ; peut néanmoins donner quelques maux de tête ; il est recommandé de sauter le chapitre 4 (démonstration du théorème de Church-Rosser particulièrement hermétique) ; le chapitre 5 présente de façon très complète l' "algèbre des combinateurs" ; premiers développements sur la logique illative (fondements de la logique classique par la logique combinatoire) et sur la fonctionnalité ; renseignements historiques nombreux.@

CURRY, H. B., HINDLEY, J. R., SELDIN, J. P., 1972, *Combinatory Logic*, vol. II, North-Holland.

@ Compléments (orientés plutôt vers les méthodes syntaxiques et la théorie des démonstrations) au premier ouvrage de Curry sur la logique combinatoire ; reprise des études sur les fondements de la logique illative ; arithmétique combinatoire et théorème d'indécidabilité ; épithéorie gödélienne ; théories de la quantification générale restreinte et de la quantification universelle ; les principales propriétés de la réduction faible sont démontrées au chapitre 11.@

DESCLES, J. P., 1981, *Opérateur /opération : méthodes intrinsèques en informatique fondamentale ; application aux bases de données et à la linguistique*, thèse de doctorat d'état ès sciences, collection E.R.A. 642, Laboratoire de Linguistique Formelle, Univ. de Paris 7.

@ Les opérateurs formels de différents types sont interprétés par des opérations sémantiques (algèbres hétérogènes) ; la notion d'opérateur est généralisée à celle de multiopérateur construit "intrinsèquement" (c'est-à-dire sans recourir à une interprétation externe) au moyen de deux primitives fonctionnelles, appelées "greffe" et "intrication" - elles correspondent à peu près aux combinateurs respectifs $\mathbf{B_n}$ et $\mathbf{\emptyset_n{}^p}$ - qui engendrent récursivement des multiopérateurs à partir d'un ensemble donné d'opérateurs élémentaires de différents types ; c'est une étude d'une variété de langages applicatifs (avec "produits cartésiens finis"), s'appuyant sur les travaux catégoriques de J. Benabou, de J. Lambek, et sur les études sémantiques en informatique de G. A. Goguen et de J. Thatcher.@

DESCLES, J. P., 1981, " De la notion d'opération à celle d'opérateur ou à la recherche de formalismes intrinsèques", *Math. Sci. hum.*, 76, pp.5-32.

@ Exposition informelle et ayant une portée épistémologique sur la notion du calculatoire ; illustration par des exemples (entre autres, celui du calcul opérationnel) sur une distinction de plus en plus nette entre la notion formelle d'opérateur et celle plus sémantique d'opération ; trois niveaux d'opératoire sont alors proposés, en prolongation des réflexions philosophiques de Ladrière, 1963 : niveau des opérandes -ou des données-; niveau des opérateurs agissant sur les données ; niveau de composition intrinsèque entre opérateurs : les combinateurs de la logique combinatoire appartiennent à ce dernier niveau, ainsi que les primitives fonctionnelles de greffe et d'intrication de Desclés, 1981.@

DOPP, J., 1960, "Essai d'une présentation de la logique combinatoire", *Logique et Analyse*, pp.183-201.

@ Epistémologie claire des objectifs et des méthodes de la logique combinatoire.@

FEYS, R., 1946, "La technique de la logique combinatoire", *Revue philosophique de Louvain*, 44, pp.74-103, 237-270.

@ Excellente introduction à la logique combinatoire (dans l'expression que peut en donner le calcul-λ), ce travail, illustré de nombreux exemples, demeure toujours utile, bien qu'il ne traite pas de la théorie de la fonctionnalité ni de l'axiomatique.@

FEYS, R., 1953, "Peano et Burali-Forti, précurseurs de la logique combinatoire", *Actes du XIe congrès international de philosophie*, 5, pp.70-72.

@ L'auteur montre que dans la logique des relations de Peano et Burali-Forti on retrouve "tous les éléments caractéristiques de la logique combinatoire pure, mais dans des usages particuliers ou fragmentaires", par exemple l'opération d'application, l'équivalent des combinateurs, **I**, **B**, de l'opérateur λ, et "une forme fragmentaire de logique combinatoire appliquée (ensemble de notations et quelques théorèmes élémentaires, concernant surtout la fonctionnalité)", grâce à un équivalent de l'opérateur *F*.@

FREGE, G., 1893, *Grundgesetze der Arithmetik, begriffsschriftlich abgeleitet*, Band I. Jena (1893) ; Band II. Jena (1903) ; Traduction en anglais par M. Furth : *The Basic Laws of Arithmetic, exposition of the system*, 1964, Univ.of California Press.

@ Ouvrage fondamental dans le développement de la logique ; Frege étend le sens traditionnel de la fonction aux "concepts" ou prédicats logiques conçus comme des fonctions à valeur dans l'ensemble des valeurs de vérité. Frege développe un système plus complet et plus soigné que dans ses écrits précédents, plus populaires ; il perfectionne considérablement le système des notations conceptuelles présenté dans ses *Grunlagen der Arithmetik* (1879) . Un débat est instauré, parmi les commentateurs, pour savoir si Frege est seulement "extensionnaliste" (ce que défend le traducteur anglais M. Furth) ou si son système est aussi compatible avec des visées "intensionnelles" (ce que défend l'auteur -J. P. Desclés - de ces lignes). La mise en place du système de Frege conduit à une variété de langage fonctionnel autonome et entièrement formalisé (avec six types d'opérateurs opérant sur des fonctions non numériques - les concepts) ; dans ce langage, les concepts logiques trouvent une expression linguistique adéquate - non une traduction ! - ; un système d'axiomes est introduit pour dominer les notions logiques de déduction par règle (Modus Ponens et Négation) et pour introduire dans son langage formel, les notions fondamentales de quantification (ce que faisait à la même époque mais avec des techniques différentes C. S. Peirce, *Collected papers*). Malgré les imperfections relevées par B. Russell (il ne s'agit pas moins d'un problème d'inconsistance qui débouche sur un paradoxe, le fameux paradoxe de Russell, que Frege pense, faussement du reste, avoir dépassé en révisant son système) ; ce texte peut être considéré comme anticipant le programme fondationnel de la logique combinatoire entrevu par Schönfinkel et développé par Curry et ses disciples. Pas de traduction en français, hélas !.@

FREY, L., 1967, "Langages logiques et processus intellectuels", *in Les modèles et la formalisation du comportement*, colloques internationaux du CNRS, Paris, Ed. du CNRS, pp.327-345.

@ Comme la logique combinatoire permet de dégager, grâce à l'élimination des variables, ce qui est réellement en cause dans un énoncé (et qui s'exprime par des constantes), elle doit permettre aussi de dégager les opérations psychologiques elles-mêmes de tel ou tel contenu qui leur est soumis, et d'en donner une formulation plus topique. C'est cette idée qui a suggéré à l'auteur de "reformuler certains des processus intellectuels décrits par l'Ecole de Genève". Son analyse la plus développée porte sur le groupe des quatre transformations logiques $\mathbb{I}$, $\mathbb{N}$, $\mathbb{R}$, $\mathbb{C}$ (isomorphe au groupe de Klein) par lequel Piaget a formulé les démarches intellectuelles qu'il estime en jeu dès l'adolescence dans les propos et les actions des sujets. L. Frey procède à des analyses utiles de méthode, formule par des combinateurs chacune des transformations $\mathbb{I}$, $\mathbb{N}$, $\mathbb{R}$, $\mathbb{C}$ (en conservant, cependant, la constante n de négation), montre que ces expressions combinatoires possèdent toutes les caractéristiques du groupe original (la loi de composition de deux transformations quelconques x, y du groupe étant exprimée par $\mathbf{B}xy$), met en évidence une liaison entre les structures logiques et arithmétiques qui intéresse l'épistémologie génétique. Dans la discussion qui suit l'exposé, Piaget présente quelques remarques critiques mais déclare son intérêt pour une méthode qui permet de "retrouver des opérations simples dans l'esprit du sujet".@

FITCH, F.B., 1952, *Symbolic logic, an introduction.*
@ Appendice A : *Combinatory operators*, The Ronald Press.@

FITCH, F. B., 1974, *Elements of Combinatory Logic*, Yale Univ. Press.
@ Exposé très accessible de la logique combinatoire présentée par la méthode de la déduction naturelle " à la Gentzen" ; la consistance du système de Fitch, appelé 'système Q', est annoncée mais démontrée ailleurs. Selon Fitch, le système Q "peut être utilisé pour formuler et analyser des concepts philosophiques fondamentaux et peut être aussi des concepts psychologiques et sociologiques au moyen de méthodes comparables à celles qui sont exposées par l'auteur dans "Combinatory Logic and Whithehead's theory of prehensions". Le concept de Vérité, par exemple, peut être définie avec le système Q de façon à éliminer les difficultés soulignées par Tarski (p. viii) @

GINISTI, J.P., 1988, "La logique combinatoire et ses applications, *in Encyclopédie Philosophique*, I, Paris, Presses Universitaires de France.
@ Introduit à la logique combinatoire et à sa philosophie, présente plusieurs exemples d'applications, mathématiques, logiques, linguistiques, psychologiques.@

GINISTI, J.P., "Calcul-lambda", *Ibid.*, II, (à paraître).
@ Présentation pour un premier contact des éléments les plus fondamentaux du calcul-λ .@

GINISTI, J.P., "Calcul-lambda", *Ibid.*, III, (à paraître).
@ Comptes-rendus de CURRY et FEYS, 1968 ; CURRY, HINDLEY, SELDIN, 1972 ; FITCH, 1974 ; STENLUND, S., 1971, *Introd. to Comb. logic.*, Uppsala. Brèves notices bio-bibliographiques sur Curry, Feys, Fitch, Hindley, Seldin, Stenlund.@

GINISTI, J.P., *La formation des notions en logique combinatoire*, Publications de l'Université de Lodz (Pologne) ; Actes d'un colloque de 1988 sur la formation des notions de base en logique classique et non classique, (à paraître).
@ Analyse de la manière dont on peut obtenir un ensemble complet d'axiomes pour le calcul propositionnel intuitionniste de l'implication pure (c'est-à-dire sans négation), à partir de la formation (à laquelle l'article s'intéresse) d'un ensemble complet de combinateurs primitifs exprimés dans leur caractère fonctionnel.@

GRIZE, J.B., 1971, "Quelques problèmes logico-linguistiques", *Math. et Sci. hum.*, 35, pp.43-50.
@ Utilisation de la théorie de la fonctionnalité pour assigner des catégories linguistiques à certains éléments du français, à partir de quatre catégories linguistiques données comme primitives (P celle des phrases, N celle des noms, M celle des opérateurs verbaux, D celle des déterminants). Ainsi les verbes à une place sont-ils rapportés à la catégorie FNP, les verbes à deux places à la catégorie $FN(FNP)$. Cette entreprise permet "d'expliciter tout un réseau de relations entre les catégories de la langue" et de "mettre le doigt sur certaines particularités du fonctionnement des langues naturelles". L'article demeure dans le cadre des grammaires catégorielles.@

GRIZE, J. B., 1973, *Logique moderne III*, Paris, Mouton, Gauthier-Villars.

@ La quatrième partie (pp.61-76) donne quelques éléments de logique combinatoire (combinateurs élémentaires, esquisse de la fonctionnalité à la façon des grammaires catégorielles) mais ne donne pas d'exemples d'utilisation des combinateurs dans l'analyse des langues.@

GRIZE, J.B., 1974 "Logique combinatoire", in *Grande Encyclopédie Larousse*, Vol. 12, (1974) 7239-7241.

@ Introduction à la logique combinatoire comparable à GRIZE, 1973.@

GRUNBERG, T., 1983, "A tableau system of proof for predicate-functor logic with identity", *The Journal of Symbolic Logic*, vol. 48, 1140-1144.

HEIJENOORT (van), J., 1967, *From Frege to Gödel, A source Book in Mathematical Logic, 1879-1931*, Harvard Univ. Press.

@ L'ouvrage rassemble les principaux textes fondateurs de la logique mathématique depuis la *Begriffsschrift* (1879) de Frege ; on y trouvera le texte de Schönfinkel (1924) et celui de von Neumann (1925).@

HINDLEY, J. R., LERCHER, B., SELDIN, J. P., 1972, *Introduction to Combinatory Logic*, Cambridge Univ. Press.

@ Aborde le lambda-calcul et la logique combinatoire ; les fonctions récursives sont représentées à l'aide de combinateurs ; la "forte" réduction en relation avec l'extensionalité est étudiée ; il est montré qu'il y a deux approches des types : soit on considère une infinité de combinateurs avec des types déterminés, soit on attribue à chaque combinateur un type variable ; c'est la deuxième approche qui paraît plus féconde. Une démonstration du théorème de Church-Rosser, inspirée de P. Martin-Löf et W. W. Tait, est donnée, elle est beaucoup plus compréhensible que la preuve donnée dans Curry et *alii*, 1958.@

HINDLEY, J. R., SELDIN, J. P., To H. B. Curry, (Eds), 1980, *Essays on Combinatory Logic, Lambda-Calculus and Formalism*, Academic Press.

@ Une série d'articles par des bons spécialistes de ce domaine. L'article de Seldin ("Curry's Program") met en relief les objectifs et les résultats, notamment vis à vis de la consistance, de la logique combinatoire. L'article de J. J. Lévy ("optimal reductions in the lambda-calcul") ou celui de J. W. Klop ("Reduction cycles in combinatory logic") éclairent bien quelques mécanismes internes aux langages applicatifs; celui de J. Lambek ("From lambda-calcul to cartesian categories") jette un pont solide entre la logique combinatoire et la théorie des catégories en reprenant ce thème qu'il avait abordé en 1972 et 1974; D. S. Scott ("relating Theories of the λ-Calculus") livre ses réflexions sur le programme de la "théorie de la fonctionnalité" sous-jacente à la logique combinatoire et au lambda-calcul.@

HINDLEY, J. R., SELDIN, J. P., 1986, *Introduction to Combinators and Lambda-Calculus*, Cambridge Univ. Press.

@ Ce manuel rend la logique combinatoire et le lambda-calcul plus accessibles que les ouvrages fondateurs ; il contient de nombreuses indications historiques ; il est très à jour et a été rédigé soigneusement par deux disciples de Curry qui présentent les résultats récents et renvoient pour les développements et démonstrations très techniques à la littérature spécialisée. Il reprend tous les grands thèmes abordés par Church et Curry pour les systèmes "purs", c'est-à-dire sans types (chapitres 1 à 9) ; il présente ensuite les modèles avec une attention plus détaillée pour le modèle D de Scott (chapitre 12) ; les expressions typées et l'affectation de types sont traitées aux chapitres 13 à 16, avec de brèves indications sur la théorie des types de Martin-Löf ; un chapitre (le chapitre 17) touche à la logique "illative" c'est-à-dire à la logique du premier ordre, puis du second, fondée sur les combinateurs ; le chapitre 18 présente un exemple d'utilisation de la logique combinatoire typée dans la théorie de la démonstration, plus spécialement de la démonstration de la consistance de la théorie intuitionniste de l'arithmétique de Gödel, 1958.@

KEARNS, J.T., 1969, "Combinatory logic with discriminators, *The Journal of Symbolic Logic*, Vol. 34, 4, 561-575.

@L'auteur présente un langage qui adjoint à la logique combinatoire usuelle un opérateur **Z** (différent de celui que Curry désigne par la même lettre), nommé "discriminateur de base", tel que : $\mathbf{Z}xyzw \rightarrow yw$ si w est le même terme que x, $\mathbf{Z}xyzw \rightarrow zw$ si w n'est pas le même terme que x , ainsi que différents autres discriminateurs construits à partir de Z et des combinateurs usuels. Pour éviter une inconsistance, la règle de monotonie droite n'est pas admise, toutes les réductions s'effectuant donc en tête d'expression. J.T. Kearns estime que l'adjonction de discriminateurs, c'est-à-dire d'opérateurs qui "tiennent compte de leurs arguments" permet notamment de "construire une représentation plus exactement "littérale" d'une machine de Turing", comme il entreprend de le montrer, et d'analyser mieux la "logique intuitive" employée dans les systèmes formels. Il discute de la représentation des relations au moyen de son langage formel.@

KEARNS, J.T., 1973, "The completeness of combinatory logic with discriminators", *Notre-Dame journal of formal logic*, 14, 3, 323-333.

KNEALE, W., KNEALE, M., 1962, *The Development of Logic*, paperback,1984, Oxford, Clarendon .
@ Ouvrage classique d'histoire de la logique, où sont présentés la logique des *Grungesetze* de Frege (pp. 503-510) ; le système de la déduction naturelle de G. Gentzen (pp. 538-548) ; le système originel de la logique combinatoire de Schönfinkel (pp. 522-524) ; il y est notamment remarqué à propos de ce système : "So far Schönfinkel's technique is important chiefly for the light it throws on the role of variables and the notion of substitution in the symbolism of mathematical logic. Conceivably it may prove useful also in type exact analysis of patterns in natural languages, but at present (in 1962) it is a mere conjecture" (p.524)...Il est clair qu'actuellement (en 1988), c'est un programme de travail ! Shaumjan (1965) est très certainement le premier à avoir pensé à utiliser les combinateurs pour l'analyse des langues naturelles.@

KNOPFLER, S., 1979, *Linguistische und formallogische Untersuchung zur Prädicat-Funktor-Logik*, polycopié, Sonderforschungsbereich 99 "Linguistik", Univ. de Konstanz.
@ Dans une annexe de cet ouvrage Urs EGLI présente une formulation de la PFL (cf. QUINE, 1960) à la manière de Gentzen puis à la manière de Hilbert (prouvée l'une et l'autre complète, respectivement par Knöpfler et Zimmermann dans le même ouvrage).@

KUHN, S.T., 1983, "An axiomatization of predicate functor logic, *Notre-Dame journal of formal logic*, vol. 24,2.
@ L'auteur fournit une interprétation pour la PFL (cf. QUINE, 1960), axiomatise la classe des formules valides dans cette interprétation, démontre que cette axiomatisation est complète en adaptant la méthode connue de Henkin. L'article améliore la première axiomatisation de la PFL que S.T. Kuhn avait donnée en 1980 dans "Quantifiers as modal operators", *Studia Logica*, vol. 39, pp. 145-158.@

LADRIERE, J., 1961, "Expression de la récursion primitive dans le calcul lambda-K", *Logique et Analyse*, 4, 13-14, pp. 23-54.
@ L'auteur montre comment la notion de récursion primitive peut être exprimée au moyen des ressources du calcul - lambda - K, en tirant parti de suggestions faites par Bernays (dans le prolongement d'idées déjà exprimées par Church). On peut ainsi remplacer une définition récursive par une définition "explicite" (ou "directe"), c'est-à-dire dont la formulation est généralement tenue pour plus satisfaisante (voir aussi Feys, 1946, pp. 254-58). L'A. présente plusieurs voies permettant d'y parvenir et traite différents exemples. Bernays donne un compte-rendu de cet article dans *Journal of symbolic logic*, 1965, 30, pp. 91-4, au cours duquel il simplifie plusieurs expressions utilisées par Ladrière et fournit quelques corrections.@

LADRIERE, J., 1963, "Le symbolisme comme domaine de l'opératoire", *Cahiers Internationaux de Symbolisme*, n°3, Havré-les-Mons, Belgique ; repris dans *L'articulation du sens, discours scientifique et parole de la foi*, 1970, Aubier Montaigne, Editions du Cerf, Delachaux&Niestlé, Desclée de Brouwer, pp. 51-72.
@ L'auteur vise à caractériser "le point de vue de l'opératoire pur" ; il distingue trois niveaux d'abstraction : 1. les opérations sont considérées dans leur liaison à des objets ; 2. l'opération est thématisée comme opération, en faisant abstraction des objets ; 3. toute référence à des objets est éliminée pour définir une "théorie pure des opérations", dans laquelle il n'est plus nécessaire de se servir de variables. La logique combinatoire est une théorie pure des opérations. Son objectif, selon l'A., est d'explorer aussi complètement que possible le domaine des combinateurs et d'étendre aussi loin que possible la représentation des entités formelles, logiques ou mathématiques, en termes de combinateurs. Cette voie a été poursuivie par J. P. Desclés, 1981.@

LADRIERE, J., 1973, "L'explication en logique", in L. Apostel et *alii, L'explication dans les sciences*, Paris, Flammarion, chapitre II, pp. 19-56.

@ L'auteur présente de façon informelle mais en dégageant les idées les plus fondamentales, la technique de "déduction naturelle" selon G. Gentzen ; il analyse ensuite, en suivant H. B. Curry, 1963 (*Foundations of Mathematical Logic*, McGraw-Hill , chapitres 5 et 6) l'implication et son rôle dans les déductions et dégage cinq types de négation (négation minimale de Johanson ou réfutabilité simple ; négation intuitionniste ou négation de l'absurdité simple ; négation stricte ou réfutabilité complète ; réfutabilité classique avec la règle de Peirce ; négation classique ou absurdité complète avec le schéma du tiers exclu ajouté à la négation intuitionniste). L'A., toujours en se réclamant de Curry, analyse le paradoxe de Russell dans le cadre de la logique combinatoire. Il fait alors émerger un certain nombre de questions philosophiques (comment se fait le passage à la forme logique, et quelle est, en définitive, la nature de la forme logique ?) pour mieux cerner la nature profonde du processus de formalisation : "l'intelligibilité est donc dans le sens de la formalisation croissante (...), on se trouve à tout instant engagé dans un mouvement de montée vers la forme (...) il n'y a pas de limite dans l'abstraction de la forme ; la logique se trouve comme constituée par un appel vers une épuration de plus en plus parfaite" (pp. 55-6). Toute cette réflexion philosophique est guidée en définitive par la logique combinatoire de Curry. La "montée vers la forme pure", défendue par Ladrière en 1970 est parfaitement confirmée par les résultats les plus récents où formes logiques et sites topologiques ne sont plus radicalement séparables, en particulier avec la théorie des topoi de Lawvere-Tierney ; voir : F. W. Lawvere, 1970, "Quantifiers and Sheaves", *Actes du Congrès Internat. Math.*, Nice, 1-6 ; G. E. Reyes, 1974, "From Sheaves to Logic", *MAA Studies in Mathematics*, vol 9, *Studies in Algebraic Logic*, A. Daigneault ed., The Mathematical Association of America ; W. S. Hatcher, 1982, *The Logical Foundations of Mathematics*, Pergamon Press ; chapitre 8 : Categorical Algebra ; R. Goldblatt , 1984, *Topoi, The Categorial Analysis of Logic*, revised edition, North-Holland).; J. P. Desclés "Représentations symboliques et représentations figurales", *Colloque de Cerisy "Objectivité et Rationalités"*, septembre 1988, Le lien avec la logique combinatoire typée est assuré par l'intermédiaire des catégories cartésiennes fermées (Lambek, 1980,1986).@

LAMBEK, J., 1980, "From lambda-calculus to cartesian closed categories", *in* Hindley et Seldin, 1980, pp. 375-402.

LAMBEK, J., SCOTT , P. J., 1986, *Introduction to higher order categorical logic*, Cambridge Univ. Press.

LUSCHEI, E. C., 1962, *The logical systems of Lesniewski*, North-Holland.

@ Un des tout premiers ouvrages de synthèse sur le programme de recherche de Lesniewski.@

MIEVILLE, D., 1984, *Un développement des systèmes logiques de Stanislas Lesniewski. Protothétique - Ontologie-Méréologie*, Berne, Peter Lang.

@ Cette thèse, présentée à l'Université de Neuchâtel, présente les trois systèmes de Lesniewski : la protothétique, l'ontologie, la méréologie. L'A. nous rappelle que, pour Lesniewski, "l'étude des Principia Mathematica développe chez lui une grande méfiance à l'égard d'une logique symbolique qui se veut dépouillée de tout fondement intuitif. Cette hostilité disparaîtra lorsque L. réalisera qu'il peut accepter les systèmes logiques comme des systèmes interprétés" (p. 6). Bien que l'A. ne fasse aucune référence à la logique combinatoire, nous - J. P. Desclés - pensons qu'il y a des relations très étroites entre les projets de Lesniewski et de Curry ; l'avenir les mettra sans doute mieux en évidence.@

NEUMANN (von), J., 1925, "An axiomatisation of set theory", *Heijenoort*, 1967, pp. 393-413.

@ L'axiomatisation ne prend pas, comme dans Zermelo-Frankel, pour notion de base celle de classe ou d'ensemble mais celle de fonction, plus spécialement il prend trois types d'entités : les I-objets (arguments) ; les II-objets (les fonctions caractéristiques de classes) ; les III-objets, c'est-à-dire les objets qui sont à la fois objets du premier et du second types (les fonctions caractéristiques d'ensembles). Von Neumann se donne pour primitives l'opération d'application et l'opération formatrice de couples ; il se donne, entre autres axiomes, l'axiome d'extensionalité : "soient a et b deux I-objets ; si pour chaque I-objet x, a appliqué à x et b appliqué à x ont même valeur, alors a est identique à b ". Le système de von Neumann a été par la suite simplifié, révisé, transformé et étendu par Robinson, Bernays et Gödel aboutissant finalement à la théorie bien connue de von Neumann-Bernays-Gödel mais, entre temps, l'idée première de von Neumann ("fonder la théorie des ensembles sur la notion de fonction") a été complètement perdue.@

NOAH, A., 1980, "Predicate-functors and the limits of decidability in logic", *Notre-Dame journal of formal logic*, Vol. 21, 4, 701-707.
@ Mise à l'épreuve d'une thèse de Quine sur les limites de la décidabilité en logique, grâce à l'examen de deux sous-systèmes bien définis de la PFL (Cf. QUINE, 1960).@

QUINE, W.V., 1936, "Towards a calculus of concepts", *The Journal of Symbolic Logic*, Vol. 1, 2-25.
@Premières approches de ce qui deviendra la PFL (voir QUINE, 1960).@

QUINE, W.V., 1936, "A reinterpretation of Schönfinkel's logical operators", *Bulletin American Mathematical Society*, 42, 87-89.

QUINE, W.V., 1960, "Variables explained away", *Proceedings of the american philosophical society*, 104, 343-347, repris *in Selected Logic Papers*, New York, Random House, 1966, 227-235.
@ Analyse la notion de variable, présente une forme de langage formel (nommé ultérieurement "Predicate-functor logic", PFL), permettant l'élimination des variables et de certaines constantes, qui est apparenté à la logique combinatoire mais qui procède au moyen d'opérateurs s'appliquant seulement sur des prédicats, et donnés en six formules telles que : $(Inv\ P)\ x_1 \ldots\ldots x_n$ si et seulement si $Px_nx_1 \ldots\ x_{n-1}$; $(Neg\ P)x_1 \ldots x_n$ si et seulement si non $(Px_1 \ldots x_n)$, où "P" représente un prédicat n-aire. l'auteur établit qu'on peut formuler ce qu'exprime les calculs des prédicats en n'utilisant que les prédicats eux-mêmes et les opérateurs qu'il a définis, en appliquant ceux-ci à ceux-là (c'est-à-dire sans employer de quantificateurs ni de variables individuelles ni de connecteurs propositionnels).@

QUINE, W.V., 1971, "Predicate-functor logic, *Proceeddings of the Second Scandinavian Logic Symposium* (J. Fenstad, Ed.), Amsterdam, North-Holland, pp. 309-316.
@L'analyse donnée dans cet article est développée dans celui que désigne notre prochaine référence.@

QUINE, W.V., 1971, "Algebraic logic and predicate functors , in *Logic and art : Essays in honor of Nelson Goodman* (Richard Rudner and Israel Scheffler, Eds.), Indianapolis, Bobbs-Merrill, repris dans une version revue et augmentée in *The way of paradox and other essays*, Harvard University Press, 2ème éd., 1976, pp. 283-307.
@Développe Quine, 1960, ajoute des opérateurs à ceux de sa première analyse, présente une "procédure de preuve" simple et complète pour la PFL, c'est-à-dire une procédure pour énumérer récursivement les expressions de la PFL dont les correspondants en logique usuelle sont valides. Consulter également l'article "The variable", pp. 272-282, in *The ways of paradox and other essays*.@

QUINE, W.V., 1971, "Predicate-functor logic", *Proceedings of the second scandinavian logic symposium*, (J. Fenstad Ed..), Amsterdam, North-Holland, pp. 309-16.
@ L'analyse de cet article est développée dans la prochaine référence. @

QUINE, W.V., 1971, "Algebraic logic and predicate functor", in *Logic and art : essays in honnor of Nelson Goodman*, (R. Rudner and I. Scheffler, Ed.s), Indianapolis, Bobbs-Merrill, repris dans une version revue et augmentée *in The ways of paradox and other essays*, Harvard Univ. Press, 2nd Ed.., 1976, pp. 283-307.
@ L'article développe celui de 1960. Quine ajoute des opérateurs à ceux de sa première analyse, il présente une "procédure de preuve" simple et complète pour PFL, c'est-à-dire une procédure pour énumérer récursivement les expressions de la PFL dont les correspondants en logique usuelle sont valides. Consulter aussi l'article "The variable" (pp. 272-82) *in The ways of paradox and other essays*.@

QUINE, W.V., 1981, "Predicate functors revisited", *Journal of symbolic logic*, vol. 46, 3, pp. 649-52.
@ Quine apporte différentes modifications dans les choix des foncteurs primitifs de la PFL et discute les avantages et les inconvénients de chacune d'elles.@

ROSENBLOOM, P.C., 1950, *The elements of mathematical logic*, New York, Dover, chap. III, section 4.

ROSSER, J. B., 1935, "A mathematical logic without variables" ; part I *Annals of Maths.* (2) 36, pp.127-50 ; part II *Duke Math.* J. 1, pp. 328-55.

ROSSER, J. B., 1955, *Deux esquisses de logique*, (traduction de R. Martin), Paris, Louvain, Gauthier-Villars, Nauwelaerts.

@ Porte principalement sur l'axiomatisation de la logique combinatoire et sur la lambda-conversion dans son équivalence à la logique combinatoire et dans ses relations avec les fonctions récursives.@

ROSSER, J.B., 1984, "Highlights of the history of the lambda-calculus", *Annals Hist. Computing* 6, pp. 337-49.

@ Article très clair sur le développement du lambda-calcul par un de ses principaux créateurs.@

SCHÖNFINKEL, M., 1924, "Über die Bausteine der Mathematischen Logik", *Math. Annalen* 92, pp. 305-15 ; traduction en anglais *in* Heijenoort 1967 : "On the building blocks of mathematical logic", pp.355-66.

@ C'est l'article "historique" et fondateur de la logique combinatoire, retouvée de façon totalement indépendante par H.B.Curry en 1930 (*Grundlagen der kombinatorishen Logik Inauguraldissertation* ; publié dans *Amer. J. Math.* 52, 509-536, 789-834). L'économie que l'opération de Sheffer avait apporté au calcul propositionnel doit être étendue, selon Schönfinkel, au calcul des prédicats sous la forme d'une copule généralisée 'U' d'exclusion mutuelle ; c'est là le point de départ de l'étude qui conduit à une élimination des variables et au principe applicatif. Pour Schönfinkel, comme pour Frege, les classes sont définies par des fonctions et toutes les fonctions sont "à une place". Schönfinkel se donne pour primitive une seule opération, celle d'application d'une fonction à un argument. Il introduit diverses "fonctions" -qui correspondent aux combinateurs- : 1°) la "fonction" d'identité 'I' ("Identitästsfunktion") ; 2°) la "fonction" Constante 'C' ("Konstantzfunktion"), correspondant au combinateur K ; 3°) la "fonction" de fusion ("Verschmelzungsfunktion"), correspondant au combinateur S ; 4°) la "fonction"de composition 'Z' ("Zusammensetzungsfunktion"), correspondant au combinateur B ; 5°) la "fonction" de permutation 'T' (" Vertauschungsfunktion"). Il est clair que I = SCC , Z = S(CS)C et que T = S(ZZS)(CC). En travaillant sur des individus et des fonctions propositionnelles, Schönfinkel introduit une nouvelle "fonction" 'U' (la "fonction d'incompatibilité"). Il est remarquable que chaque expression fermée de la logique peut être ramenée à des combinaisons de ces "fonctions" primitives I, C, T, Z, S, U . Schönfinkel va plus loin en introduisant une autre "fonction" J et il définit alors S comme 'JJ', C comme 'JS' et U comme 'JC' : chaque expression fermée est alors traductible par une combinaison des J seuls.@

SCOTT, D.S., 1975, " Combinators and Classes" *in* Böhm,1975, pp. 1-26.

SELDIN, J.P., "Curry's program", *in* Hindley et Seldin,1980, pp. 3-34.

SMULLYAN, R., 1985, *To Mock a Mockingbird and Others logic Puzzles, Including an amazing Adventure in Combinatory Logic*, New York, Alfred A. Knopf.

2. LANGAGES APPLICATIFS, LANGUES NATURELLES ET REPRESENTATIONS COGNITIVES

BARBAULT, M. C., DESCLES, J. P., 1972, *Transformations formelles et théories linguistiques*, Documents du centre de linguistique quantitative, n° 11, Paris, Dunod.

@ Présentation de différentes théories transformationnelles (Chomsky, Harris, Mel'chuck, Shaumjan) et une des premières formalisations mathématiques du modèle transformationnel de Chomsky ; on y démontre notamment qu'on peut, par transformations sur les arbres de dérivation, engendrer, à partir d'une base constituée d'un langage rationnel (respectivement algébrique), un langage algébrique (respectivement non algébrique).@

BAR-HILLEL, Y.,1953, " A quasi-arithmetical notation for syntactic description", *Language* 29, pp. 47-58 ; traduit *in Langages* 9, 1968, pp. 9-22.

@ Article classique qui introduit les "Grammaires catégorielles" pour l'analyse syntaxique des langues naturelles.@

BENTHEM (Van), J., 1988, " The Lambek Calculus", *in* Oehrle et *alii*, 1988, pp. 35-68.

BUSZKOWSKI, W., 1988, "Generative Power of Categorial Grammar", *in* Oehrle et *alii*, 1988, pp. 69-94.

CASADIO, C., 1988, "Semantic Categories and the Development of Categorial Grammars", *in* Oehrle, 1988, pp. 95-123.

@ L'article présente les enracinements historiques des "Grammaires catégorielles", tant en philosophie (E. Husserl dans *Bedeutungskatgorien*, "quatrième recherche logique", partie de *Logische Untersuchungen* (2° édition de 1913), qu'en logique dans l'école polonaise (S. Lesniewski et K. Ajdukiewicz). L'A. part de la remarque souvent exprimée : les grammaires catégorielles sont ancrées beaucoup plus sur des catégories sémantiques que sur des catégories syntaxiques. De quelle classe d'entités sémantiques s'agit-il ? Quelles sont les relations qu'elles imposent entre les structures syntaxiques et les représentations sémantiques ? Les catégories sémantiques de Husserl ne se ramènent pas à des classes ; elles ont été inspirées entre autre par les recherches de Bolzano et de Frege. L'A. présente bien les filiations et les passages des catégories nettement sémantiques chez Husserl et Lesniewski (1930-31) jusqu'aux catégories syntaxiques de Bar-Hillel (1953) et au calcul sur les types syntaxiques - avec possibilité de changer, selon des règles précises, le type des expressions - de Lambek (1958, 1988), en passant par les "bonnes connexions syntaxiques" des expressions proposées par Ajdukiewicz (1935).@

DALADIER, A., 1982, "Représentations applicatives d'énonçés", *Actes de l'école d'été Linguistique et Informatique*, M. Borillo Ed.., Toulouse, CNRS.

DESCLES, J. P., 1975, "Systèmes transformationnels de Z.H. Harris : I. construction du noyau ; II éclatement du noyau", *T-a-information*, 1 et 2.

@ Exposé, en termes mathématiques, de la théorie de Z. Harris dans ses diverses phases d'évolution, en dégageant explicitement : (i) la structure opérateur-opérande ; (ii) la notion de type ; (iii) la notion d'opérateur transformationnel "complexe" ; (iv) la notion de famille paraphrastique structurée par un préorde. Le formalisme adéquat pour décrire les "structures mathématiques du langage" est un formalisme applicatif typé avec pour primitives : l'opération d'application et le produit cartésien fini ; celui -ci doit être enrichi par des opérations d'identification qui sont formalisables dans le cadre de la logique combinatoire. Il s'ensuit un certain rapprochement entre la Grammaire Applicative et le modèle de Z. Harris.@

DESCLES, J. P., 1984, "Langages quasi-naturels : opérations de prédication et de thématisation" *Actes du colloque Communication parlée : Dialogue Homme-Machine à composante orale*, GRECO n°39, Nancy.

@ Le formalisme applicatif est utilisé pour : (i) représenter les opérations prédicatives (application d'un prédicat à ses opérandes successives, suivant le principe applicatif) ; (ii) formaliser, à l'aide de combinateurs, les opérations de thématisation constitutives des énoncés, en particulier oraux puisque la prosodie, en français, sera, à côté de l'ordre des mots et des constructions "clivées", souvent la trace observable des opérations thématiques, là où d'autres langues (exemples : langues balkaniques avec les "procédés de redoublement", japonais avec une particule précise, langues austronésiennes avec un jeu de marqueurs spécialisés, etc..) emploient des procédés grammaticaux repérables par les seules traces graphiques.@

DESCLES, J. P., 1985, *Représentation des connaissances : archétypes cognitifs, schèmes conceptuels, schémas grammaticaux*, Actes Sémiotiques - Documents, VII, CNRS, 69-70.

@ donne une typologie très élémentaire d' "archétypes cognitifs", détachés des contraintes sémiotiques du langage naturel (lié, entre autres, à la séquentialité syntagmatique), dans lesquels entrent des classes d'équivalence sémantiques de verbes. Les archétypes sont exprimables dans un langage applicatif (et traductibles en LISP). Chaque phrase, représentée par une expression applicative, est réduite à sa "forme normale" grammaticale et la "signification" est analysée au moyen d'un processus de réduction à un archétype cognitif. Les combinateurs sont utilisés pour décrire une partie de la signification des prédicats linguistiques.@

DESCLES, J. P., 1986, "Implication entre concepts : la notion de typicalité", *Travaux de Linguistique et de Littérature*, XXIV, 1, pp.179-202.

DESCLES, J. P., 1987, "Réseaux sémantiques : la nature logique et linguistique des relateurs", *Langages*, n°87, pp. 55-78.

DESCLES, J. P., 1987, "La paraphrase n'est pas une relation d'équivalence mais une relation asymétrique", *L'ambiguïté et la Paraphrase, Opérations linguistiques, processus cognitifs, traitements automatisés*, (Ed.. C. Fuchs), Caen, Centre de publications Univ. de Caen, pp. 205-09.

DESCLES, J. P., GUENTCHEVA, Z., 1988, "Semantics in natural languages and Combinatory Logic", *Symposium : Models of Meaning*, Varna, Bulgarie, septembre 1988, 15 p..

DESCLES, J. P., GUENTCHEVA, Z., SHAUMYAN S. K., 1985, *Passivization in Applicative Grammar*, Pragmatics & Beyond VI : 1, John Benjamins.

@ Le problème de la passivisation est un des problèmes les plus controversés en linguistique générale, il en existe un nombre impressionnant de théories. Par exemple, la Grammaire Relationnelle (voir D.M. Perlmutter Ed.. *Studies in Relational Grammar 1* et D.M. Perlmutter, C.G. Rosen Ed. *Studies in Relational Grammar 2*, The University of Chicago Press, 1983 et 1984) a formulé une théorie "universelle" de la passivisation fondée sur la notion de "sujet" et d'"objet direct" avec l'introduction d'une nouvelle catégorie, la catégorie du "chômeur". On peut montrer que les catégories de "sujet" et d'"objet direct" ne sont pas universelles. La Grammaire Applicative, quant à elle, propose une alternative plus en accord avec les faits empiriques et les exigences de la formalisation : la construction passive n'est pas dérivée de la construction active mais lorsque la paire active/passive existe, la passive est réductible à sa contrepartie active ; le modèle syntaxique de la passive courte ("sans agent") est le modèle de base et non pas le modèle de la passive longue ("avec agent exprimé"). Le formalisme des langages applicatifs, les combinateurs et les mécanismes de la réduction s'avèrent être des concepts féconds et efficaces pour formuler précisément des hypothèses précises sur les voix (et donner ainsi un traitement unifié aux diverses "passives" : passives courtes, passives longues, passives impersonnelles, passives marquées par des réflexifs, antipassives, etc...). Chaque construction est réduite à sa "forme normale" qui permet d'en analyser la signification grammaticale, l'unicité en est garantie par le théorème de Church-Rosser.@

DESCLES, J. P., GUENTCHEVA, Z., SHAUMYAN, S. K., 1985, " A theoritical Analysis of reflivization in the framework of applicative grammar", *Linguisticae Investigationes*, 2.

@ Un marqueur comme se en français a d'autres emplois que celui utilisé dans les vraies réflexives ; il apparaît aussi dans des constructions à valeur moyenne, les médio-passives et certaines passives. Les combinateurs et les processus de réduction sont des instruments d'analyse pour : (i) exhiber l'invariant commun à ces diverses constructions grammaticales, (ii) celles-ci sont réductibles à des formes normales différentes donnant ainsi les significations grammaticales de ces constructions.@

DESCLES, J. P., SHAUMYAN, S. K., 1988, *Langages applicatifs, langues naturelles et cognition*, Paris, Hermès.

@ La première partie présente les formalismes applicatifs fondés sur l'opération primitive d'application, en indiquant ses enracinements dans la pensée de Frege et de Schönfinkel : structure opérateur/opérande ; expressions applicatives ; principe applicatif ; types et expressions typées ; types syntaxiques et types sémantiques ; arbres applicatifs : grammaires catégorielles ; adjonction au formalisme applicatif des combinateurs de la logique combinatoire de Curry ; analyse combinatoire du paradoxe de Russell ; combinateurs de point fixe ; paradoxe de Curry ; aperçus sur la logique illative (inférentielle) ; déduction naturelle "à la Gentzen" ; prédicats complexes ; lois linguistiques ; exemples en linguistique : théorie des diathèses ; représentations applicatives des connaissances et archétypes cognitifs ; architecture cognitive et représentations intermédiaires : compilation, langues et cognition. La seconde partie applique les notions formelles de la première partie à des discussions linguistiques dans le cadre de la Grammaire Applicative Universelle : niveau du génotype où sont exprimés symboliquement les invariants langagiers et niveau des phénotypes linguistiques ; lois linguistiques et analyse des catégories grammaticales ; règles d'encodage du génotype dans le phénotype ; termes primaires, secondaires, tertiaires ; passivation et antipassivation ;

conditions universelles d'accessibilité ... ; discussion des différences entre le modèle de la Grammaire Applicative et celui de Montague. Une courte annexe (de B. Robinet) présente la notion de "programmation sans variables", fondée sur la logique combinatoire.@

GARDIES, J. L., 1975, *Esquisse d'une grammaire pure*, Paris, Vrin.

@ Bonne introduction à la grammaire catégorielle (chapitre III) située par rapport à ses origines philosophiques (Husserl) et aux catégories sémantiques de Lesniewski (1922) (Chapitre II).@

GLADKIJ, A. V., MEL'CUCK, I. A., 1969, *Elementy Matematiceskoj Lingvistiki*, Moscou, Nauka ; traduction en français : *Eléments de linguistique mahématique*, 1972, Paris, Dunod.

@ excellent chapitre sur la comparaison entre les grammaires catégorielles et les grammaires syntagmatiques de type 2 de Chomsky, pp. 103-114.@

GUENTCHEVA-DESCLES, Z., 1976, *Présentation critique du modèle applicationnel de S. K. Saumjan*, Documents du centre de Linguistique quantitative n°30, Paris, Dunod.

@ L'ouvrage présente les grandes caractéristiques (les "grandes hypothèses") du modèle applicationnel dans ses différentes phases de façon à le rendre plus facilement accessible au public francophone ; nombreux renseignements bibliographiques ; présentation intuitive et correcte de nombreuses dérivations, utilisant les combinateurs et les règles d'expansion, pour engendrer des familles paraphrastiques ; utilisation des cas de Fillmore intégrés au modèle applicationnel ; analyse critique, du point de vue linguistique, des ouvrages et articles de Shaumyan antérieurs à 1974.@

HALLE, M., BRESNAN, J., MILLER, G. A., 1978, *Linguistic Theory and Psycholological Reality*, The Massachussetts Institute of Technology, Cambridge (Mass), MIT Press, 1981.

@ Ce sont les actes d'un colloque sur de "nouvelles approches réalistes du langage" dans un "Workshop on Language and Cognition", tenu au MIT. Outre l'article de J. Bresnan présentant son modèle "Lexico-syntaxique", plus "réaliste" que les modèles transformationnels chomskyens, et comparable sous bien des aspects à la Grammaire Applicative, les ATN (Augmented Transition Network) sont considérés dans leur apport à l'étude de la compréhension ; l'article de Zurif et de Blumstein traite du langage et du cerveau ; l'article de G. A. Miller tombe tout à fait dans le domaine des représentations applicatives.@

HARRIS, Z., 1968, *Mathematical Structures of Language*, Interscience Publishers ; traduit en français (par C. Fuchs), *Structures mathématiques du langage*, 1971, Paris, Dunod.

@ L'auteur expose sa conception des transformations, bien différente de celle de Chomsky, puisque les transformations sont, pour le premier, construites à partir de relations d'équivalence entre phrases, alors que pour le second, les transformations sont nécessaires, à l'engendrement de chaque phrase. L'ouvrage, très enrichissant, dégage progressivement, à partir des données empiriques, un système abstrait (chapitre 7) composé de deux parties : (i) un "noyau" correspondant aux structures prédicatives ; (ii) une expansion de ce noyau par transformations paraphrastiques, c'est-à-dire par des opérateurs "complexes". Ce projet et cette structure seront approfondis dans les publications ultérieures. Il est intéressant de noter que, par des voies et méthodes entièrement différentes, Harris et la Grammaire Applicative Universelle arrivent à proposer des stratifications analogues pour le langage naturel. Bien que les structures mathématiques ne soient pas toujours présentées dans des termes immédiatement accessibles au mathématicien (ce qui rend la lecture de l'ouvrage extrêmement difficile), elles sont néanmoins implicites et "enfouies" dans l'exposé (pour une analyse détaillée de l'ouvrage, voir Desclés, 1975). L'entreprise de formalisation, dans cet ouvrage, vise à caractériser " le langage naturel comme un système d'ensemble d'objets arbitraires ; les ensembles sont fermés sous certaines opérations et comportent des applications de ces ensembles, soit dans eux-mêmes, soit dans ou sur des ensembles avec lesquels ils se trouvent reliés. L'interprétation des opérations et des applications livre la signification des expressions de la langue. Il ne s'agit pas de rechercher un système défini mathématiquement et entretenant quelque rapport avec le langage (dans la mesure où il en constituerait une généralisation ou un sous-ensemble), mais de formuler en termes de système mathématique toutes les propriétés et relations nécessaires et suffisantes pour la totalité du langage naturel." On voit combien la méthodologie et la visée épistémologique de Harris est, dès ses principes, en opposition avec le programme de recherche de la Grammaire Universelle de Montague.@

HARRIS, Z., 1976, *Notes du cours de syntaxe*, Paris, Seuil.
@ Reprend la problématique de la paraphrase et des opérateurs de transformations illustrées par des exemples précis de l'anglais et adaptés, quand cela est possible, au français par le traducteur (M. Gross).@

HARRIS, Z., 1982, *A Grammar of English on Mathematical Principles*, New York, John Wiley.
@ Donne dans le cadre de l'analyse en terme d'opérateurs et d'opérandes des descriptions transformationnelles de très nombreux énonçés anglais, avec des solutions très personnelles pour certains problèmes (le passif, par exemple). Cet ouvrage poursuit le programme de travail de *Structures mathématiques du langage* (1968) ; en fait, le cadre formel adéquat pour donner un contenu plus opératoire et mieux défini aux expansions transformationnelles par paraphrases serait, selon J. P. Desclés, celui de la logique combinatoire : chaque expansion transformationnelle est formalisable par un programme applicatif, descriptible par des combinateurs ; la base du système est une grammaire catégorielle enrichie par des transformations paraphrastiques et métalinguistiques, formalisables sous forme d'"opérateurs complexes".@

JAKOBSON, R., (Ed..), 1961, (2° édition : 1964), *Proceedings of Symposia in Applied Mathematics, Structure of Language and its mathematical Aspects*, volume XII, American Mathematical Society.
@ Nombreux articles très importants qui ont marqué la linguistique formelle, même si certains auteurs redécouvrent, vingt ans après, certaines des procédures techniques introduites lors de cette rencontre organisée par R. Jakobson en 1960. Les articles de Curry et de Lambek présentent, par des voies différentes et de façon indépendante, ce qui est appelé maintenant "grammaire catégorielle". On tire encore grand profit à lire cet ouvrage.@

LAMBEK, J., 1958, "The Mathematics of Sentence Structure", *American Mathematical Monthly*, 65, pp.154-165.

LAMBEK, J., 1988, "Categorial and Categorical grammars", *in* Oehrle et *alii*, 1988, pp. 297-317.

L'HERMITTE, R., 1974, "S. K. Saumjan et la linguistique soviétique", *Langages*, n°33, pp. 3-14.

MILLER, G. A., 1978, " Semantic Relations among Words" *in* HALLE et *alii*, 1978, pp. 60-118.
@ L'auteur (remerciant Jackendoff et Johnson-Laird avec qui il a collaboré pour cette étude) cherche à jeter des bases pour une "organisation conceptuelle adéquate aux objectifs de la psychologie cognitive" du vocabulaire ("the mental Lexicon") ; il utilise un formalisme de représentation qui, en fait, entre tout à fait dans la classe des langages applicatifs "avec des types sémantiques" ; il retient différents types élémentaires de base dont le type des lieux (p.79) ; il articule explicitement l'approche extensionnelle à l'approche intensionnelle ; il donne plusieurs exemples de représentations du contenu de "concepts prédicatifs". Cet article et l'approche qui y est représentée jette, selon nous, un pont solide entre les langages applicatifs, la Grammaire Applicative, la logique, la linguistique, d'une part, et la psychologie cognitive, et les représentations des connaissances, d'autre part.@

OEHRLE, R. T., BACH, E., WHEELER, D., 1988, *Categorical Grammars and Natural Languages Structures*, D. Reidel.
@ Depuis quelques années, il y a un regain considérable d'intérêts pour l'approche par les grammaires catégorielles qui étaient tombées en sommeil, après les travaux de Bar-Hillel, Curry, Lambek, ... Le programme PTQ de Montague qui s'appuie sur des langages applicatifs intensionnels avec trois types t, s, e, les recherches formelles sur le "calcul de Lambek" (Van Bethem, Buszkowski), les recherches de Geatch ont très certainement contribué à renouveler et à étendre cette approche. Le livre rassemble la plupart des présentations données lors d'une conférence tenue à Tucson en 1988. Toutes les contributions sont très importantes et rendent le livre indispensable pour tous les chercheurs en linguistique formelle. On peut cependant regretter que les tentatives de Shaumyan dans ce domaine ne soient mentionnées que dans une courte note car le modèle de la Grammaire Applicative Universelle prend appui sur une base catégorielle et y adjoint les combinateurs pour y traiter les relations paraphrastiques et étudier les catégories grammaticales (voir les publications de Shaumyan depuis 1965 et celles de Desclés et *alii*).@

PIERAULT-LE BONNIEC, G., VAN METER, K., 1976, *Etude génétique de la construction d'une propriété relationnelle : la relation de passage*, Monographies françaises de psychologie, n° 35, Paris, Ed. du CNRS.

@ Les auteurs étudient le concept de "passage par" que l'enfant doit construire à travers son expérience quotidienne. Pour modéliser l'ensemble des observations et expérimentations effectuées, ils ont recours à un langage applicatif, ou fonctionnel, avec différents types ou catégories (pp. 65-70). L'utilisation de ce genre de langage se justifie pour les deux raisons suivantes : d'une part, il y a des objets dont l'expérience a montré qu'ils étaient assignables à des catégories définies, d'autre part, c'est "un enchaînement d'application de ces catégories les unes sur les autres" qui permet de considérer un objet de l'environnement en tant que support de propriétés. Chaque opération d'enchaînement construit un nouvel objet appartenant à une catégorie définie et qui devient à son tour un opérateur agissant sur l'objet suivant ; une analyse formelle plus poussée, comme dans l'analyse de la négation par Frey(1967) ferait apparaître des combinateurs de la logique combinatoire.@

SHAUMYAN (SAUMJAN), S. K., 1965, *Structurnaja linguistica*, Moskva, Nauka, traduit en anglais en 1971, *Principles of Structural linguistics*,The Hague, Mouton.

@ L'ouvrage comprend deux parties. La première partie, extrêmement claire et documentée, présente les problèmes théoriques de la modélisation tant en linguistique structurale qu'en grammaire générative puis propose une typologie des modèles. Shaumyan adresse à Chomsky un certain nombre de critiques sans pour cela contester tous les objectifs de la grammaire générative notamment celui de la formalisation : (i) elle opère sur des suites - systèmes "concaténationnels"- et elle ne dégage pas ainsi les opérations linguistiques générales alors que les représentations applicatives sont indépendantes des ordres syntagmatiques "de surface" ; (ii) il faut concevoir une grammaire générative pour chaque langue, d'où la distinction proposée entre la grammaire du génotype et les grammaires des phénotypes - la critique est adressée en 1965 : Chomsky n'a pas encore précisé sa conception de la grammaire "universelle" telle qu'elle est exprimée maintenant dans Chomsky, 1984 (*Lectures on Government and Binding*, Foris publications) - ; (iii) les transformations chez Chomsky ne sont pas intégrées dans un "système de calcul" et ne sont pas engendrées par une fermeture transitive à partir de transformations élémentaires abstraites comparables aux combinateurs. La seconde partie développe les idées transformationnelles de la "Grammaire Applicationnelle" : dérivation des mots ; génération de phrases ; construction transformationnelle de champs sémantiques de phrases en russe. Cette partie est très difficile à suivre. Shaumyan avait, avec P. A. Soboleva, présenté une analyse du russe avec les formalismes applicatifs : *Applicativnaja porozdajuscaja model' i iscislenie transformacij v russkoj jazyke* ("le modèle génératif applicationnel et le calcul des transformations en russe"), Moskva, 1963.@

SHAUMYAN (SAUMJAN), S. K., 1972, *Filosofskie problemy teoreticeskoj lingvistiki,* (Les problèmes philosophiques de la linguistique théorique), Moskva, Nauka.

@ Outre les problèmes méthodologiques, épistémologiques et philosophiques de la linguistique, Shaumyan donne une nouvelle présentation plus accessible de son modèle en utilisant la théorie des "cas" de Fillmore (voir Guentchéva-Desclés, 1976).@

SHAUMYAN, S. K., 1977, *Applicationnal Grammar as a semantic theory of natural language*, Chicago Univ.Press, Edimburgh Univ. Press.

@ Il s'agit d'une traduction en anglais d'un ouvrage écrit en russe en 1974. Shaumyan se réfère à "l'hypothèse localiste" en s'inspirant de L. Hjelmslev, J. M. Anderson et surtout de D. A. Kilby (*Deep and Superficial Cases in Russian*, PhD Thesis, Univ. of Edimburg, 1972) ; quatre "cas conceptuels" sont seulement utilisés : l'*ablatif* pour indiquer l'origine, le *locatif* pour indiquer une localisation stative ou un but, le *prolatif* pour indiquer le lieu de passage ou l'instrument, l'*objectif* pour indiquer "l'objet" qui est ainsi repérable par des coordonnées abstraites par rapport à une origine, un but et éventuellement un lieu intermédiaire ; ces coordonnées sont ensuite codées par les cas linguistiques ou le jeu des prépositions (sur cette conception, qui a des implications cognitives évidentes, se reporter à une publication à paraître de J. P. Desclés). Shaumyan donne une série d'exemples d'engendrement, par expansions successives, de familles paraphrastiques à partir de schémas d'axiomes organisés avec les concepts localistes. La sémantique développée dans l'ouvrage est ce que nous (J. P. Desclés) appelons une "sémantique intrinsèque" par opposition à une "sémantique extrinsèque" (à la Tarski) et exploitée dans le modèle de la "grammaire universelle" de Montague.@

SHAUMYAN, S. K., 1982, "The goals of linguistic theory and applicative grammar" , *Math. Sci. hum.*, n° 77, pp. 7-42.

@ Buts de la Grammaire Applicative et illustration par le traitement formel du problème des constructions "accusatives" et "ergatives" analysées avec les concepts de la Grammaire Applicative ; relations avec le "passif" et l' "antipassif".@

SHAUMYAN, S. K., 1986, *A Semiotic Theory of Natural Language*, Bloomington, Indiana Univ. Press.

@ L'auteur reprend et développe tous les thèmes qui l'occupent depuis 1965 : objectifs de la linguistique ; place de la linguistique théorique ; phonologie ; principes sémiotiques et langage humain ; recherches des invariants ; modélisation en linguistique ; utilisation en linguistique de quelques concepts de la logique combinatoire (types syntaxiques et morphologiques) ; transformations entre phrases à l'aide de combinateurs ; comparaisons entre le modèle applicatif et la Grammaire Relationnelle ; problèmes typologiques ; il intègre avec de légères variantes les résultats obtenus dans ce cadre de description sur la passivation et la réflexivité (Desclés et *alii*, 1985, 1986).@

STEEDMAN, M., 1988, "Combinators and Grammars", *in* Oehrle et *alii*, 1988, pp. 417-442.

WLODARCZYK, H., 1974, "La Grammaire Applicative de S. K. Saumjan", *Langages*, n°33, pp. 15-64.

@ présentation du premier modèle de Shaumjan (1965) avec une interprétation philosophique qui rapproche le langage génotype d'un projet de langue universelle.@

3. LANGAGES APPLICATIFS ET PROGRAMMATION

ABELSON, H., SUSSMAN, G. J., SUSSMAN, J, 1985, *Structure and Interpretation of Computer Programs*, The MIT Press.

@ Ce texte représente le sujet du cours d'entrée donné en informatique au M.I.T. Il est requis pour tous les étudiants qui prennent pour options l'informatique (computer science) ou electrical engineering ; il est considéré comme le "common core curriculum". Ce cours est une exellente introduction aux concepts de la programmation, à la programmation fonctionnelle, à la programmation logique et à LISP. Pour programmer il faut savoir : construire des abstractions avec des procédures générales ; construire des abstractions à partir des données en représentant différents types de données sur lesquels agissent des opérateurs ("ambigus", l'ambiguïté étant levée par le contexte) de façon à les manipuler sans complications excessives ; définir des états d'évaluation et des transformations entre ces états en modularisant par rapport à un environnement interprétatif ... Bien des problèmes de l'analyse des langues naturelles (anaphores, évaluations dans un contexte pragmatique, opérateurs "ambigus", interprétation ...) se posent déjà avec les langages symboliques de programmation comme LISP. Il apparaît un "noyau" de concepts (syntaxiques, sémantiques et pragmatiques) communs à la linguistique théorique et aux langages de programmation de haut niveau, à condition toutefois que l'on dégage bien les structures abstraites et les mécanismes formels. L'ouvrage permet au lecteur de faire un grand pas dans cette direction.@

BACKUS, J. W., 1978, "Can Programming be liberated from the von Neumann Style? A Functional Style and its Algebra of Programs", *Communications of the ACM*, vol 21, pp.613-641.

@ Cet article est à la source des travaux sur les langages de programmation fonctionnelle. L'auteur, le "père" de FORTRAN, a médité sur la programmation actuelle (les langages sont conçus sur le même modèle de base) qui est conditionnée par les structures de machines "à la von Neumann" impliquant, entre autres, la séquentialité dans l'exécution des instructions (non parallélisme) et des transferts continuels entre la mémoire et les registres de calcul. Backus propose un autre style de programmation fondé sur l'idée de fonction : écrire un programme, c'est exprimer, dans un langage approprié, une fonction (ou dans d'autres cas résoudre des équations) ; l'exécution du programme revient à associer, par la fonction représentée par le programme, un objet résultat à un objet donné . LISP n'est pas un "pur langage fonctionnel" puisque ce langage crée toujours des fonctions à partir d'autres fonctions. Backus propose des "fonctionnelles" qui permettent de composer des fonctions élémentaires en "fonctions complexes". Ces "fonctionnelles" sont toutes interprétables par des combinateurs de la logique combinatoire. On peut donc envisager d'autres architectures de machine qui ne seraient pas organisées sur le modèle de von Neumann mais sur les structures applicatives et les mécanismes d'évaluation qu'ils impliquent.@

BÖHM, C., (Ed..), 1975, *Lambda -calculus and computer science theory*, LNCS.

BRAINERD, W. S., LANDWEBER, L. H., 1974, *Theory of Computation*, New York, John Wiley.
@ contient une introduction à la logique combinatoire (par G. W. Petznick), pp.272-323, qui est loin d'être très claire car elle utilise un système de notations complexes et peu lisibles.@

BURGE, W. H., 1975, *Recursive Programming Techniques*, Addisson-Wesley.
@ contient une introduction un peu elliptique (pp.1-43) au lambda-calcul dans le style de Church de façon à relier les concepts "combinatoires" aux fonctions récursives ; cette présentation date beaucoup.@

DARLINGTON, J., HENDERSON, P., TURNER, D.A., 1982, *Functional Programming and its Applications*, Cambridge Univ. Press.
@ L'ouvrage contient une série de conférences données dans une école d'été en juillet 1981 sur : LISP (Sussman), le style de la programmation fonctionnelle "à la Backus" (Williams), quelques aspects mathématiques de la programmation fonctionnelle (Stoy), des interprètes (Wise), des architectures pour des langages fonctionnels (Treleaven).@

DEGROOT, D., LINDSTROM, G., 1986, *Logic Programming, Functions, Relations and Equations*, Prentice-Hall.
@ L'ouvrage vise à approfondir les ponts entre la programmation logique (à la manière de PROLOG) et la programmation fonctionnelle car il y a des débats sur les mérites et inconvénients respectifs de ces deux styles de programmation mais à partir d'une analyse beaucoup plus serrée, on peut tenter des synthèses ou des "mixtures" de LISP et de PROLOG en cherchant, par exemple, à fonder les langages fonctionnels puissants sur le principe d'unification (de Robinson) avec des mécanismes d'évaluation parallèles ou de décrire des langages qui intègrent à la fois la logique (avec ses mécanismes d'unification), les définitions par équation et les fonctions.@

GLASSER, H., HANKING, Ch., TILL, D., 1984, *Principles of Functional Programming*, Prentice Hall International.
@ Après un premier chapitre d'introduction sur la nature de la programmation fonctionnelle, les auteurs présentent un langage fonctionnel simplifié SUGAR ; syntaxe d'abord puis la description d'un interprète, écrit en SUGAR. D'autres modes d'implémentation sont discutés : la machine SECD, qui sert de standard pour l'implémentation des langages fonctionnels ; la SK-machine, organisée sur l'emploi des combinateurs ; l'implémentation sur des "Data flow machines". La sémantique dénotationnelle pour SUGAR est décrite avec un court rappel des fondements mathématiques. Les auteurs décrivent ensuite un petit sous-ensemble fonctionnel de LISP et les FP et FFP systèmes (langages fonctionnels de Backus). L'ouvrage est une bonne introduction aux concepts de la programmation fonctionnelle à condition de l'appuyer sur un cours de lambda-calcul et de logique combinatoire.@

GORDON, M. J .C., 1979, *The Denatotional Description of Programming Languages*, Springer Verlag.

HENDERSON, P., 1980, *Functional Programming : Application and Implementation*, Prentice-Hall International.
@Très bon cours sur la programmation fonctionnelle et sur sa sémantique et ses modes d'implémentation ; analyse poussée de la structure de LISP.@

KANTOR, R., SONTACCHI, G., " Un interprète LISP de la programmation fonctionnelle réalisé par des combinateurs" *RAIRO, informatique théorique*, vol 19, n°1, 1985, pp.33-41.

MANNA, Z., 1974, *Mathematical Theory of Computation*, McGraw-Hill.
@ Un "classique".@

ROBINET, B., 1979, "Types et fonctionnalité", *in* Robinet, 1979, pp. 303-325 .

ROBINET, B.,(Ed..), 1979, *Actes de la sixième Ecole de printemps d'Informatique théorique*, Publ. L.I.T..P, Univ. Paris 7.

@ Analyse par différents spécialistes français (Greussay, Perrot, Robinet...) des langages fonctionnels, des mécanismes d'évaluation en LISP et des modes d'implémentation de ces langages.@

ROBINET, B., 1980, "Les langages de Backus sont des systèmes de manipulation d'arbres", *5ème Colloque sur les arbres en algèbre et en programmation (C.L.A.A.P.)*, Lille, pp.83-94.

STOY, J.E., 1977, *Denotational Semantics : The Scott-Strachey Approach to Programming Languages Theory*, MIT Press.

@ Ouvrage devenant un "classique" pour aborder les problèmes sémantiques des langages de programmation par l'approche dénotationnelle, utilisant le lambda-calcul. Aperçu sur le modèle de Scott.@

TENNENT, R. D.,1981, *Principles of Programming Languages*, Prentice-Hall International.

TRELAVEN, PH. C., BROWNBRIDGE, D. R., HOPKINS, R., 1982, " Data-Driven and Demand-Driven Computer Architecture", *ACM*, Computing Surveys, Vol. 14, n° 1, pp. 93-143.