Le connexionnisme, les représentations et la question des niveaux

Connectionist network, mental representations and the architecture of grammars

Bernard Laks

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/praxematique/1237>

ISSN : 2111-5044

Éditeur

Presses universitaires de la Méditerranée

Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 1998

Pagination : 149-176

ISSN : 0765-4944

Référence électronique

Bernard Laks, « Le connexionnisme, les représentations et la question des niveaux », *Cahiers de praxématique* [En ligne], 31 | 1998, document 7, mis en ligne le 01 janvier 2010, consulté le 07 septembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/praxematique/1237>

Bernard LAKS

Université de Paris X Nanterre et CNRS (GDR 1171)

Le connexionnisme, les représentations et la question des niveaux

1. A propos du tournant cognitif

Au cours des trente dernières années, l'une des évolutions les plus remarquables du champ des études linguistiques est sans conteste la montée en puissance, en France comme à l'étranger, des problématiques dites cognitives. L'orientation cognitive a acquis un tel poids dans les sciences du langage qu'au plan institutionnel comme au plan épistémologique, la recherche linguistique se voit aujourd'hui presque toujours étiquetée comme l'une des sous-disciplines des sciences cognitives¹. Si le caractère d'évidence attribué à ce couplage entre linguistique et sciences cognitives est certes nouveau, l'étroitesse du lien entre langage et cognition, et partant entre recherche linguistique et investigation des fonctions mentales supérieures, est, lui, beaucoup plus ancien. Dans l'histoire de la discipline, il a été, d'une façon ou d'une autre, toujours reconnu par les linguistes. C'est pourquoi il est sans

B. Laks, 63 ter Bd. du Midi, 93340, Le Raincy.

1 Au plan institutionnel on pense bien entendu aux différents appels d'offre, programmes, réseaux, comités scientifiques, et organismes divers mis en place par le Ministère de la Recherche, le CNRS et à leurs équivalents à l'étranger. Au plan plus épistémologique on pense aux très nombreux manuels, introductions, compendiums, essais, consacrés aux sciences cognitives. La linguistique et les études du langage y tiennent toujours une place de choix. Cf. par exemple Andler (1992), Edelman (1992), Green et alii (1996), Bechtel et Abrahamsen (1993), sur ce point Cf. également Laks (1996a).

doute excessif de parler de *tournant* cognitif, et plus encore d'identifier ce tournant avec tel paradigme théorique particulier.

C'est pourtant une thèse de ce type qui est le plus souvent présentée en France par les partisans du modèle chomskyen qui font systématiquement découler la réorientation cognitive de la linguistique moderne avec ce que Newmeyer a proposé d'appeler le tournant chomskyen, faisant ainsi équivaloir grammaire générative et linguistique cognitive². Cette thèse est, sous bien des rapports, excessive. Tout d'abord parce qu'elle méconnaît la réalité des débats qui animaient la linguistique structurale, spécialement américaine, dans les années soixante. Ensuite parce qu'elle simplifie outrageusement l'histoire propre des développements chomskyens. Enfin parce qu'elle empêche de comprendre les enjeux actuels de la polémique sur le statut des représentations en linguistique et en sciences cognitives. Dans la mesure où notre objectif dans cet article consiste précisément à présenter une solution dynamique et neuromimétique (connexionniste) au problème posé par le statut des représentations linguistiques, il est donc important de commencer par restituer l'arrière-plan historique de l'articulation entre linguistique et sciences cognitives.

On sait que le structuralisme, dans ses différentes versions, place au centre de ses préoccupations la notion de « description systématique et ordonnée ». Ses concepts opératoires et ses outils d'analyse sont tous orientés vers la catégorisation descriptive et la construction de systèmes de classement et d'organisation. De ce point de vue, une modélisation linguistique consiste d'abord et avant tout en une taxinomie raisonnée des observables. La construction d'une telle taxinomie n'exclut nulle-

² Dans le numéro spécial du *Courrier du CNRS* n°79 (Dossiers scientifiques) consacré aux sciences cognitives, on lit ainsi sous la plume de Segui, Pollock et Nespoulous (1992 : 8) : « [...] Si l'intérêt pour l'étude du langage existe depuis les temps les plus reculés, son abord scientifique et intégré est relativement récent. En effet, c'est essentiellement à partir des années soixante, notamment avec le développement de la Grammaire Générative, qu'un lien étroit fut établi entre les disciplines qui, jusqu'alors abordaient le langage d'une manière relativement indépendante. Dans cette nouvelle perspective, le but de la linguistique est de caractériser ce que les sujets connaissent à propos de leur langue ». Cf. également Pollock et Obenhauer (1990), Pollock (1990), Pollock (1997). Pour une évaluation historique beaucoup plus fine et détaillée Cf. Harris (1993).

ment le recours à l'abstraction, et l'instrumentalisation de la notion de « phonème » montre par exemple comment la postulation de niveaux abstraits de représentation est considérée comme nécessaire pour construire une taxinomie adéquate.

Il s'ensuit que, dans ces approches, l'adéquation est d'abord descriptive. C'est cette adéquation descriptive qui gage et induit la valeur proprement explicative de la modélisation proposée. En effet, pour la linguistique structurale en général, le niveau descriptif et le niveau explicatif sont intimement liés, pour ne pas dire confondus. Expliquer c'est (re)construire la rationalité et la régularité du système en portant au jour les principes qui l'organisent et les mécanismes qui le soutiennent. La notion de « système sous-jacent », par où depuis Saussure s'exprime le caractère scientifique de la recherche linguistique, est en elle-même une notion très abstraite et très idéalisée. Abstraite car l'analyse du système, si elle se construit dans la description raisonnée, permet de dépasser le seul niveau des observables, idéalisée car la reconstruction systématique implique de s'affranchir des dimensions non pertinentes présentes en surface.

Ces quelques rappels n'auraient d'autre vertu que pédagogique s'il ne s'agissait précisément de répondre à la construction chomskyenne qui revendique d'une certaine façon la paternité d'une architectonique théorique nouvelle distinguant nettement adéquation descriptive et adéquation explicative, niveau concret des données observables et niveau nécessairement abstrait de la compétence à caractériser, et prône une idéalisation nécessaire et légitime par rapport à ces observables afin de dégager les principes qui en régissent l'organisation sous-jacente³.

³ Sur les niveaux d'adéquation et le recours à l'abstraction et à l'idéalisation Cf. par exemple Chomsky (1965, chap 1), Chomsky et Halle (1968, Chap. 1), Chomsky (1980). Alors que ces notions sont parfois présentées avec une certaine véhémence comme constituant un des apports épistémologiques les plus radicalement nouveaux de la grammaire générative (par exemple Chomsky (1977)), Ruwet (1967, 15) reconnaît que l'on trouve chez plusieurs grands structuralistes « des préoccupations qui se rattachent nettement à [cette] conception théorique. [...] Cette attitude n'est pas entièrement nouvelle ; on la trouve chez plusieurs linguistes précurseurs du structuralisme ».

Ces notions ne sont pas nouvelles⁴ et on sait par exemple que la question des niveaux de représentation, et de leur degré d'abstraction corrélative, a fait dans les années cinquante l'objet d'un débat très important dans la linguistique américaine. Là où la phonologie structurale postulait une hiérarchie de trois niveaux (phonétique, phonologique, morphologique), la phonologie générative n'en postulait plus que deux (phonétique, morphophonologique), déniait l'autonomie représentationnelle du phonème et du niveau phonémique. Ce débat était, comme on le voit, loin d'opposer partisans d'une l'abstraction idéalisatrice et empiristes irréductibles. Tout au contraire, c'est alors la phonologie générative qui critiquait le recours à un niveau représentationnel intermédiaire abstrait entre phonétique (niveau matériel) et morphophonologie (niveau représentationnel mental)⁵.

Le débat sur l'abstraction, les niveaux d'adéquation et les niveaux de représentation est donc, dans les années cinquante et soixante, beaucoup moins manichéen que ce que nombre de présentations partisans de la grammaire générative laissent supposer. Ainsi, et paradoxalement, on pourrait défendre que non seulement le recours aux abstractions et aux idéalizations n'est pas nouveau, mais que le structuralisme l'avait poussé en fait beaucoup plus loin que la grammaire générative elle-même. En effet, pour les structuralistes, le système qui ne s'observe et ne s'exprime que dans la parole des informateurs n'est logiquement reconstituable, *comme langue*, qu'à un niveau très idéal et très abstrait, celui de la communauté linguistique dans son ensemble. Dans le cadre théorique structuraliste, le *locus* de la langue est donc totalement désincarné, radicalement idéal et totalement abstrait⁶. Pour autant, les dimensions psychiques et cognitives de l'objet ne sont ni niées ni passées sous silence. Situer la langue uniquement au niveau

⁴ En conférant aux explications cognitives un caractère central, Chomsky modifie certes l'axe organisateur de la réflexion linguistique. Mais même cette préoccupation cognitive n'est pas radicalement nouvelle. Dans une perspective plus empiriciste et moins cartésienne, elle était déjà partagée par de nombreux linguistes américains (Cf. Hockett 1948 cité *infra*).

⁵ Sur ces questions Cf. par exemple l'analyse de Goldsmith (1993).

⁶ C'est la position défendue par Saussure (1915). Cf. également Bloomfield (1933) et pour une construction plus formelle du lien entre langue et communauté linguistique Bloomfield (1926).

abstrait de la communauté linguistique construite comme le lieu du contrat ne procède pas d'une position *a priori* anticognitive, mais du souci de dégager, dans la masse des faits de langage comme dit Saussure, le lieu de la *systematicité* de la langue. Reconnaître que la langue n'est complète dans aucun cerveau individuel, c'est déjà reconnaître que chaque cerveau individuel est le lieu par excellence de l'incarnation, incomplète et biaisée, parce que singulière, de l'objet langue. Le lien entre langue et communauté linguistique ne vient donc pas prendre la place de, voire occulter, la réalité psychologique du phénomène langagier. Il stipule simplement que sa cohérence et sa *systematicité* comme objet de communication ne peuvent être reconstitués qu'au niveau tout à fait abstrait de la communauté. Ainsi donc, là où la grammaire générative postule comme *locus* de la compétence idéalisée — en quelque sorte de la langue — un locuteur dont elle prend bien soin de souligner le caractère radicalement idéal et abstrait, le structuralisme postule un *locus* encore plus idéal et abstrait, celui constitué par une communauté linguistique circonscriptible, définissable et homogène⁷.

Cette différence majeure entre structuralisme et grammaire générative, dont de nombreuses autres procèdent, n'est pourtant pas si tranchée, puisque aussi bien cette langue idéale de la communauté doit, pour Saussure (1915, 30), d'une certaine façon, être représentée dans les cerveaux individuels, et que Chomsky (1965) prend bien soin de préciser que son locuteur-auditeur est le représentant d'une communauté linguistique homogène et idéale. Dans chacun des cadres considérés, ce qui fait ainsi problème c'est bien *le lien* entre locuteur individuel et communauté et c'est bien de cette tension que procède, chez les uns et chez les autres, le principe de *systematicité*. Que les solutions apportées soient antinomiques, *systematicité* de la langue de la communauté et incarnation singulière de la parole individuelle *versus* *systematicité* de la compétence universalisable et singularité des performances individuelles et des particularismes linguistiques⁸, n'autorise pas à

⁷ Pour une critique de la notion de communauté linguistique Cf. Labov (1976).

⁸ Par particularismes linguistiques distincts de la compétence universelle, nous visons ici aussi bien les paramètres spécifiques à chaque langue (qui doivent être appris et

dénier au structuralisme tout caractère de théorie articulée de la dimension cognitive.

En effet, dès lors que l'importance du lien entre systématicité et communauté linguistique est établi, le structuralisme reconnaît sans difficulté le caractère cognitif du phénomène langagier. Il n'est que de penser à l'accent mis par Saussure (1915, 25 et sv.) sur la faculté de langage ou à sa définition toute psycholinguistique du circuit de parole. Pour le CLG, ce n'est en effet que dans la mise en relation systématique d'une image acoustique et d'une image psychique que l'on peut situer la langue et « cette relation est un phénomène entièrement psychique » (p. 28)⁹. On l'a déjà dit, contrairement à ce qui est trop souvent affirmé, le structuralisme n'est pas par principe anticognitif. De la réalité psychologique des phonèmes de Sapir (1933), à la notion de choix informatif unique du locuteur pour définir le statut phonémique (Martinet 1960, Jakobson et Waugh 1980) on en trouvera maints témoignages. De fait, dans le bouillonnement intellectuel de l'après-guerre qui, aux Etats-Unis, voit progressivement émerger le regroupement des sciences cognitives¹⁰, la linguistique structurale n'est pas inerte. Ses préoccupations cognitives et la relation directe entre analyse linguistique et analyse cognitive s'expriment directement et avec force comme en témoigne par exemple Hockett (1948, 279-280) lorsqu'il écrit : « The analytical process thus parallels what goes on in the nervous system of a language learner, particularly, perhaps, that of a child learning his first language. [...] The essential difference between the process in the child and the procedure of the linguist is this : the linguist has to make his analysis overtly, in communicable form, in the shape of a set of statements which can be understood by any properly trained person, who in turn can predict utterances not yet observed with the same

ne sont pas nécessairement systématiques) que les particularités individuelles (qui sont hors système).

⁹ « Le signe linguistique est donc une entité psychique à deux faces » Saussure (1915, 99).

¹⁰ Dans sa préface à Pollock (1997, XIV), Chomsky est beaucoup plus mesuré que nombre de présentations générativistes unilatérales. Il souligne que la grammaire générative s'est formée dans le contexte d'un large mouvement de recomposition vers les sciences cognitives et qu'elle a tout autant été influencée par cette 'révolution cognitive' en cours que contribué à définir cette réorientation.

degree of accuracy as can the original analyst. The child's 'analysis' consist on the other hand, of a mass of varying synaptic potentials in his central nervous system. The child in time comes to *behave* the language ; the linguist must come to *state* it » (souligné par l'auteur).

Le caractère cognitif et l'extrême modernité de la citation ne peuvent manquer de frapper, et on peut s'interroger sur ce qui, du point de vue qui est le nôtre ici, permet alors de faire le départ entre linguistique structurale et grammaire générative¹¹. C'est d'abord bien sûr le *statut du sujet parlant*. Dans la relation complexe que nous venons de mettre en place, dans la tension productive entre locuteur-auditeur et communauté linguistique, la grammaire générative choisit, pour donner toute son importance à la modélisation cognitive proprement dite, de renverser la hiérarchie conceptuelle du structuralisme héritée de Saussure et de mettre au premier plan le locuteur-auditeur représentant idéal et abstrait d'une communauté linguistique parfaitement homogène (Chomsky 1965, 12). Ce retour du sujet, qui apparaît à cette époque dans de nombreuses disciplines des sciences humaines et sociales¹² n'est pas, notre analyse précédente l'a également montré, inassimilable par le structuralisme, notamment américain¹³. Ce sont plutôt les consé-

¹¹ Nous avons analysé ces différences en détail dans Laks (1996a). Nous ne prendrons en compte ici que celles qui sont directement utiles pour éclairer notre présentation du statut des représentations.

¹² Bourdieu (1975, 28) met ainsi en parallèle la rupture chomskyenne en linguistique et la réorientation naturaliste en ethnologie. Il écrit : « Chomsky a le mérite de prêter explicitement au sujet parlant dans son universalité une compétence que la tradition lui accordait tacitement, sous la forme d'une participation mystérieuse à la langue. Par une opération analogue à celle des 'culturologues' qui las de s'interroger sur le 'lieu de la culture', finissaient par la placer 'dans' les 'individus', il crédite chaque sujet parlant d'une capacité génératrice de discours (donnant ainsi une satisfaction – d'ailleurs bien illusoire – à ceux que désespérait la destruction objectiviste du sujet). C'est en effet la même logique qui portait nombre d'ethnologues à transférer dans les individus la culture conçue comme propriété indivise de tous les membres du groupe: cette culture 'intériorisée' restait tout aussi abstraite que la compétence chomskyenne, lors même que, avec la tradition des rapports entre la culture et la personnalité et l'importation de concepts psychanalytiques, elle se donnait les apparences d'un fondement objectif ».

¹³ « In Bloomfield's linguistics the speaker was never very far away from the center of things, and utterances were never taken as bearing no relations to those who uttered them » Goldsmith et Huck (1995, 22).

quences philosophiques et épistémologiques qu'en tire Chomsky qui feront rupture paradigmatique.

Or cette rupture paradigmatique qui voit émerger la grammaire générative comme paradigme alternatif au paradigme structuraliste n'est ni simple ni linéaire. Harris (1993) rappelle ainsi comment jusqu'au début des années soixante l'entreprise chomskyenne était perçue comme l'aboutissement le plus accompli, et aussi le plus prometteur, de la linguistique structurale. La publication de *Structures syntaxiques* en 1957 a ainsi été couverte de louanges par les principaux chefs de file de l'école structuraliste. Le processus de rupture, conduit à marche forcée par Chomsky et Halle, ne trouvera son accomplissement qu'avec la publication d'*Aspects de la théorie syntaxique* (1965)¹⁴. Cette rupture s'accomplit autour de deux prises de positions essentielles qui viennent modifier le statut cognitif de la théorie linguistique et le statut corrélatif du locuteur-auditeur dans cette théorie : la revendication du réalisme et l'affiliation au mentalisme. On notera au passage que si cette réorientation réaliste est encore acceptable par tous les chomskyens de l'époque, le recentrage mentaliste est lui gros d'une rupture majeure au sein de l'école chomskyenne elle-même, celle entre sémantique générative et sémantique interprétative¹⁵.

2. La linguistique cartésienne, le réalisme et le mentalisme

L'importance centrale accordée par le structuralisme à la taxinomie et à la description raisonnée a pour conséquence une neutralité de la description linguistique par rapport à la question des représentations mentales existant chez le locuteur. Pour Bloomfield la psychologie est

¹⁴ Cf. également Encrevé (1997) qui rappelle comment Hockett par exemple a soutenu l'entreprise chomskyenne jusqu'à la toute fin de 1965.

¹⁵ Cf. sur ce point Goldsmith et Huck (1995) qui montrent bien comment la rupture avec la sémantique générative trouve sa source dans ce que Chomsky a appelé « le problème logique de l'acquisition » dont découle finalement sa réorientation mentaliste radicale qui nie toute influence directe et structurante des données externes, d'ordre sémantique ou pragmatique, au profit d'une importance accrue de la structure syntaxique la plus profonde, la plus abstraite.

une discipline spéculative, molle¹⁶. Il défend une approche scientifique dure, pour laquelle l'analyse descriptive des faits linguistiques est *logiquement indépendante* de la question de leur implémentation cognitive et des représentations mentales. Cela ne signifie nullement qu'il nie l'existence de structures cognitives ou d'une dimension psychologique des phénomènes langagiers. Cela signifie simplement que, comme c'est le cas pour tous les tenants de l'empirisme, « il faut s'efforcer de découvrir dans le donné les conditions du donné lui-même » (Alquié 1985). Le système cognitif n'est en dernière instance qu'un système matériel sur lequel ces données sont implémentées. La relation entre structure et matériel neuronal n'a donc pas besoin d'être médiatisée et aucune référence aux propriétés spécifiques de l'esprit n'est nécessaire. Cette épistémologie mécaniste revendiquée trouve dans le béhaviorisme un modèle cognitif adéquat : le comportement est essentiellement structuré par l'environnement et la participation spécifique de l'organisme (mental) est de l'ordre de l'exécution (mécanique). Contre la caricature qui en est trop souvent donnée par le chomskysme qui fait équivaloir rejet du mentalisme et rejet de toute position cognitive¹⁷, il faut encore rappeler que cette thèse béhavioriste est bien une thèse cognitive, très souvent reprise, encore aujourd'hui, en neurosciences, et que si elle a laissé dans l'ombre l'importante question de la participation de l'organisme à la structuration du comportement observable, elle a également produit des résultats remarquables, ne serait-ce que le principe hebbien d'apprentissage par renforcement de la connectivité synaptique (*Cf. infra*).

Pour ce qui nous concerne ici, l'une des conséquences importantes du *mécanisme* des structuralistes est son *antiréalisme* fondamental¹⁸. La description et la reconstruction du système logique de la langue ainsi

¹⁶ « It is indifferent what system of psychology a linguist believes in » Bloomfield (1926, 71).

¹⁷ Chomsky (1965, 13) note pourtant que le débat avec Bloomfield porte précisément sur la relation entre mentalisme et mécanisme. Le prétendu refus structuraliste de la psychologie n'est en fait qu'une critique du mentalisme traditionnel. On pourra s'en convaincre en relisant à cette lumière les pages les plus violemment antipsychologiques de Troubetzkoy (1939, 41-46).

¹⁸ A la notable exception, comme me le rappelle l'un des lecteurs anonymes de cet article, de Guillaume.

que la question des mécanismes mentaux qui l'implémentent sont pour eux deux questions totalement disjointes. Il s'ensuit que si la réalité psychologique des structures postulées peut être questionnée, tout comme l'existence de représentations linguistiques correspondantes, on ne saurait construire d'arguments psychologiques ou psychocognitif en linguistique. Cette disjonction entre représentations mentales construites par le locuteur et représentations linguistiques construites par le linguiste a de nombreuses conséquences sur le statut de la théorie qui n'est alors ni vraie ni fausse, mais descriptivement et explicativement adéquate ou non¹⁹.

Sur chacune de ces questions, la grammaire générative prend progressivement des positions qui finissent par devenir antithétiques et l'on peut effectivement dire qu'entre 1965 et 1970, moment où elle rompt avec ce qui restait d'empirisme dans la sémantique générative, elle se constitue comme paradigme réellement alternatif. Elle revendique tout d'abord le statut systématiquement *ambigu* de ses modélisations grammaticales. Le terme *grammaire* renvoie en même temps à l'objet construit par l'enfant qui apprend sa langue maternelle et à l'objet construit par le linguiste pour rendre compte de cet apprentissage (Chomsky 1965, 43 ; Chomsky et Halle 1968, 26)²⁰. Ce *réalisme de la modélisation grammaticale* postulée change radicalement la nature des arguments et des débats linguistiques. Les notions de vérité ou d'erreur absolues, tout à fait affaiblies dans des paradigmes centrés sur l'adéquation descriptive, reviennent en force.

¹⁹ « Depending on such things as the analyst's axioms and what he had for breakfast, he will eventually arrive at this or that one of an indefinite number of seemingly different descriptions of the same data.[...] Now we find that those descriptions are 'mechanically interconvertible' in general. [...] Now 'the structure' of the language is defined as the invariant (mathematician's term) implicit in all the mechanically interconvertible descriptions: it is that which remains intact under those conversions ». Joos (1957).

²⁰ « Nous employons le terme « grammaire » pour désigner à la fois le système de règles représenté dans le cerveau du locuteur-auditeur, système acquis normalement dans la petite enfance et utilisé dans la production et l'interprétation des énoncés, et la théorie que le linguiste construit en tant qu'hypothèse concernant la grammaire intériorisée réelle du locuteur-auditeur ». (Chomsky et Halle 1968, 26).

Ce réalisme revendiqué des grammaires va de pair avec une *naturalisation des structures mentales* dans lesquelles elles s'expriment. Ces structures sont en effet conçues comme de véritables *organes mentaux* et requièrent le même type de méthodologie analytique, quasi physiologique, que tout autre organe physique. La dichotomie mentaliste classique reformulée en termes d'esprit et de cerveau (*mind/brain*), algorithme et implémentation, software et hardware, permet de centrer l'étude sur les propriétés intrinsèques de l'esprit. Pour Chomsky, le langage interne tel qu'il est représenté dans l'esprit constitue l'une des propriétés naturelles, intrinsèques et structurantes du *mind*. Cette naturalisation du langage conduit logiquement à reformuler en termes *innéistes* les conditions de son développement. La tâche centrale de la linguistique consiste alors à caractériser les propriétés intrinsèques de l'état initial. L'élucidation de la grammaire universelle (GU) et des propriétés du dispositif d'acquisition du langage (DAL) qui interagissent avec elle pour former la grammaire de l'état stable constituent le cœur de la recherche. Comme on le voit, la différence entre grammaire générative et structuralisme porte non seulement sur la relation entre linguistique et psychologie cognitive, relation que Chomsky voit comme interne dans la mesure où il définit la linguistique comme une branche de la psychologie, mais surtout sur *le statut immédiatement et directement cognitif* des objets postulés par le linguiste. Pour cette linguistique *cartésienne, réalisme, naturalisme et mentalisme* vont de pair. Comme le souligne Chomsky (1995, 1) : « A naturalistic approach to linguistic and mental aspects of the world seeks to construct intelligible explanatory theories, taking as « *real* » what we are led to posit in this quest ».

3. Le cognitivisme et les représentations mentales.

Si l'identification du tournant cognitif avec l'essor de la grammaire générative revêtait un aspect quelque peu forcé, le rôle central joué par le chomskysme dans le développement du *cognitivism*, qui deviendra le paradigme cognitif dominant jusque dans les années quatre-vingt est, quant à lui, indéniable. Dans cette recomposition moderne du mentalisme, la grammaire générative a en effet constitué à la fois l'inspirateur

de la recherche, le terrain d'application et l'exemple le plus accompli de construction cognitiviste.

Pour ce qu'il est convenu d'appeler le cognitivisme classique²¹, la cognition humaine a pour caractéristique centrale de mettre en jeu des *représentations mentales structurées* : s'inscrivant dans la lignée du cartésianisme, le cognitivisme est donc fondamentalement *représentationnaliste*. Contre la psychologie cognitive issue du béhaviorisme logique de Ryle et contre Wittgenstein, Fodor défend ainsi une théorie représentationnelle de l'esprit pour laquelle les représentations mentales correspondant aux divers états mentaux sont propositionnelles, possèdent un contenu sémantique et sont en elles-mêmes causalement efficaces²². De ce point de vue, c'est l'existence de ces représentations comme support du fonctionnement cognitif qui constitue sans doute la spécificité de la cognition humaine. Il s'agit d'une propriété singulière de l'esprit humain dont la source ne saurait être recherchée dans des propriétés physiques quelconques, mais qui, produit d'une rupture fondamentale dans l'évolution, constitue une des caractéristiques *innées* propres à l'espèce humaine²³.

Pour le cognitivisme classique, les fonctions mentales supérieures que sont le langage, la vision, le mouvement, le raisonnement etc. peuvent être regardées comme des computations, c'est-à-dire des calculs portant sur des représentations structurées. Structurées comme des propositions, ces représentations mentales supportent en effet un *calcul propositionnel de type syntactico-logique*. Ces représentations, et le calcul qu'elles permettent, constituent ainsi un véritable *langage de la pensée* et ce 'mentalais' est conçu comme étant au principe même de la cognition humaine. La computation symbolique syntactico-logique mise en œuvre est uniquement formelle. En d'autres termes, conformément à l'hypothèse de Frege, ce ne sont jamais les contenus sémantiques des représentations qui sont manipulés. C'est toujours et uniquement la structure *syntactique* qui est prise en compte. C'est elle qui déclenche, conditionne et conduit le processus computationnel

²¹ Pour des présentations Cf. par exemple Fodor (1975, 1981), Fodor et Pylyshyn (1987), Chomsky (1987), Laks (1996a).

²² Pour une présentation et une discussion Cf. Engel (1994).

²³ Ce que Puttman (1979) appelle une catastrophe miraculeuse.

lequel se résout en une, éventuellement nouvelle, structure syntactico-logique. De ce point de vue, l'esprit constitue bien une dimension autonome parce que les processus mentaux ne sont conduits et motivés que par la structure syntactico-logique des représentations et des états mentaux, c'est-à-dire par des caractéristiques formelles internes. Il s'ensuit que, exactement comme pour le langage dans l'approche chomskienne, la *syntaxe des représentations* occupe la place centrale, les autres composantes externes, sémantique voire phonologique, ne jouant le rôle que de composantes interprétatives de la structure formelle produite.

Cette centralité de la syntaxe et de la logique formelle est également liée à la nature étroitement *compositionnelle* des représentations mentales. C'est parce que le contenu sémantique de la représentation ne dépend que du contenu sémantique des éléments qui la constituent et de la valeur syntaxique des liens qui l'organisent que le calcul peut être uniquement formel, sans jamais porter sur les contenus. Enfin, dans cette approche modulaire de l'esprit, chacune des dimensions cognitives est spécifique et correspond à un module particulier. Le langage, système modulaire périphérique, mobilise ainsi des propriétés formelles et des primitives computationnelles qui n'ont *a priori* aucune relation avec celles de la vision par exemple. Le contenu sémantique, l'intentionnalité ou la rationalité relèvent d'un module central, coordonnateur impénétrable par principe.

Cette théorie cognitive, pour laquelle Fodor a si souvent plaidé en s'appuyant sur Chomsky et sur les résultats de la grammaire générative, rencontre pourtant une difficulté majeure, celle de la nature directement causale des représentations mentales. En effet, si l'on admet que la causalité est toujours d'ordre strictement physique, cette théorie formelle (syntactico-logique) des représentations fondée sur *une autonomie de l'esprit* rencontre le problème de l'implémentation c'est-à-dire de l'incarnation de ces représentations dans la matérialité physique du cerveau. On sait que la réponse apportée tient essentiellement dans une hypothèse computationnelle qui distingue radicalement l'algorithme de son implémentation, le logiciel du matériel, le programme de son exécution. Dans cette perspective, la question de l'implémentation, c'est-à-dire de l'inscription de la structure formelle dans le matériel, est

indépendante des propriétés de cette structure. Comme on le voit dans le cas des machines computationnelles (les ordinateurs) pour lesquelles la traduction du logiciel en instructions causales élémentaires physiquement réalisées constitue un processus de très bas niveau, totalement transparent et neutre (la compilation), pour le cognitivisme classique, les représentations mentales et le type de calcul qu'elles supportent ne doivent aucunes de leurs propriétés au matériel physique (neuronale) sur lequel elles sont en définitive implémentées. Dans cette approche strictement *descendante*, l'autonomie du niveau symbolique est donc totale, et, même si l'on accorde que seul le niveau physique est en dernière instance causal, c'est bien ici le niveau des *représentations symboliques syntaxiquement structurées* qui reste principalement déterminant.

C'est dans ce cadre cognitiviste que s'est inscrite la grammaire générative depuis au moins 25 ans. On reconnaît dans ses articulations principales les caractéristiques centrales d'une approche qu'elle a cruciallement contribué à développer : le rôle central de la syntaxe seule composante réellement générative, l'expulsion de toute référence au contenu sémantique et à l'interprétation au profit de la seule prise en compte des propriétés formelles syntactico-logiques, le calcul sur ces représentations formelles conçu comme la manipulation de symboles et d'étiquettes ayant des effets sur la structure compositionnelle résultante, l'universalité des principes et des processus qui structurent ces représentations, leur irréductibilité à l'effet de tout apprentissage conditionné par des données extérieures, l'innéité de la grammaire universelle et en définitive le caractère directement cognitif, c'est-à-dire mental, de la grammaire et de ses principes syntaxiques. Dans sa globalité, au plan cognitif comme au plan linguistique, cette approche correspond à ce que, après Smolensky (1988), nous avons appelé le paradigme symbolique (Laks 1996a). Depuis une quinzaine d'années, ce paradigme s'est vu contesté par l'apparition d'un paradigme cognitif alternatif et nouveau : le paradigme subsymbolique connexionniste²⁴. C'est ce paradigme que nous présentons à présent.

²⁴ Le connexionnisme ou néoconnexionnisme est en fait l'héritier direct de la cybernétique et du calcul analogique par réseaux. Les difficultés présentées par la question formelle de l'apprentissage au cours des années soixante-dix ont conduit à un abandon relatif de cette approche qui devait pourtant resurgir, renouvelée et repensée,

4. Le connexionnisme subsymbolique

Le paradigme cognitiviste est étroitement lié à une approche classique de la computation fondée sur une répartition des ressources entre processeur central et mémoire statique, un codage digital et une numérisation des processus logiques. Cette architecture dite de von Neuman caractérise les ordinateurs numériques et trouve son expression cognitive dans le programme et les méthodes de l'intelligence artificielle.

Le connexionnisme s'inscrit quant à lui dans une autre lignée, aussi ancienne, celle de la computation analogique²⁵. Dans cette approche fondée sur une métaphore neuronale explicite, la computation est de type énergétique et dynamique. Le codage analogique consiste à implémenter le problème à résoudre sous la forme d'énergies affectant des unités processorales simples mais fortement interconnectés : les neurones formels. Un réseau de neurones formels constitue ainsi un treillis computationnel dans lequel circulent des énergies éventuellement opposées.

On sait depuis les travaux inauguraux de McCulloch et Pitts (1943) que la stabilisation énergétique de ces réseaux, on dit aussi leur relaxation dynamique, permet de simuler analogiquement le calcul de fonctions logiques et d'approximer ainsi le fonctionnement mental. Depuis leur recomposition et leur redémarrage dans les années quatre-vingt, ces approches connexionnistes ont connu des développements considérables dans tous les domaines de la computation et de la modélisation cognitive. Rumelhart et McClelland (1986) présentent une synthèse de ces avancées en vision, raisonnement, calcul, et mettent plus particulièrement l'accent sur les traitements linguistiques qui, depuis l'origine, constituent la pierre de touche des modélisations cognitives. Ils présen-

dans les années quatre-vingts, de nouveaux outils formels permettant de résoudre les difficultés évoquées. Cf. Laks (1996a) pour une histoire et une présentation synthétique.

²⁵ Contrairement à ce qui est parfois avancé, les architectures parallèles ou neuronales ne sont pas des innovations récentes. Cf. par exemple von Neuman (1958-1992) qui compare explicitement les types de codage (analogique/digital) et les architectures (parallèle/sérial).

tent notamment des résultats saisissants s'agissant de l'apprentissage des verbes irréguliers de l'anglais, la modélisation des scripts et des scénarios sémantico-pragmatiques ou la reconnaissance de mots écrits et prononcés²⁶. Pour notre part, nous avons montré ailleurs (Laks 1995, 1996a, 1996b, 1997) comment un perceptron unicouche à inhibition bilatérale du type de celui présenté figure 1 était capable de modéliser des patrons accentuels dans des langues très variées, ou encore de modéliser la syllabation du français et de rendre compte de la découpe syllabique dans cette langue²⁷.

Figure 1 : Perceptron unicouche

Dans ce réseau composé de six neurones formels (K1..K6), la connectivité synaptique est bilatérale (a1..a6, b1..b6). Au temps T0 on introduit des inputs sous la forme de quantités d'activation pour chaque neurone formel (a(K1)T0...A(K6)T0). La règle de relaxation dynamique du réseau, qui conduit à sa stabilisation à T par propagation des énergies au travers de ses synapses, est fixée comme suit :

²⁶ Cf. également Bechtel et Abrahamsem (1993) pour une présentation synthétique.

²⁷ Un perceptron unicouche est une structure neuromimétique simple, constituée de processeurs logiques interconnectés (les neurones formels). L'architecture est non hiérarchique (unicouche) et les connections sont inhibitrices. Sur la couche, la connectivité est complète (bilatérale).

$$a(k_i)^{t^n} = a(k_i)^{t^0} + \alpha_i(a(k_{i-1})^{t^{n-1}}) + \beta_i(a(k_{i+1})^{t^{n-1}})$$

Dans les approches connexionnistes, un neurone formel est en effet défini comme un processeur extrêmement simple capable uniquement de recevoir et de transmettre de l'énergie au travers de ses connexions synaptiques. La mise à jour du niveau énergétique de chaque neurone est une fonction de ses entrées/sorties ainsi que de ses paramètres de connectivité. Ces mises à jour ont lieu en parallèle. Ce que l'on a coutume d'appeler la « sémantique du réseau », c'est-à-dire sa capacité à traiter tel ou tel problème, réside entièrement dans l'architecture et la pondération de ses connexions synaptiques. Celles-ci étant extrêmement plastiques et modifiables dans le temps, ces modèles sont susceptibles d'un apprentissage dynamique, réalisé sous la forme d'une adaptation progressive de la connectivité, permettant d'ajuster la réponse du réseau (*i.e.* son état stable final) à une cible idéale préalablement définie (*i.e.* la bonne réponse)²⁸. Ce processus d'adaptation présente un certain nombre des caractéristiques les plus typiques reconnues aux apprentissages intelligents : classification et généralisation spontanées, systématisation, inférence.

Comme on le voit, un réseau comme celui présenté figure 1 implémente une computation dynamique de type algébrique mais non algorithmique. Aucune règle, aucun processus symbolique de réécriture, aucun processus explicite précédemment déclaré ne vient conduire le calcul qui reste strictement *non symbolique*. Dans cette approche cognitive, les processus et les états mentaux sont codés et implémentés sans recourir à un riche lexique de symboles et sans mise en œuvre d'une syntaxe complexe définie sur ces symboles²⁹. La différence avec l'intelligence artificielle et toutes les modélisations linguistiques qui, peu ou prou, reprennent son architecture symbolique, est donc patente :

²⁸ Ce type d'apprentissage est dit « supervisé » dans la mesure où un système externe compare la réponse du réseau à celle d'un expert et contraint le réseau à s'en approcher au plus près.

²⁹ Pour une analyse du rôle central joué par la syntaxe dans le cognitivisme classique *cf. supra* et Fodor et Pylyshyn (1988).

dans les approches neuromimétiques (connexionnistes), il n'y a pas de *représentation symbolique explicite* et le calcul ne procède pas par manipulation syntactico-logique de la structure interne de ces représentations. Le codage initial et les inputs externes correspondent pourtant à une représentation du problème à traiter, mais cette représentation est totalement (ou partiellement selon les modèles) *distribuée* sur le réseau. Aucun neurone formel ne représente ainsi à lui seul un élément ou une sous-partie de la représentation qui est plutôt supportée par l'ensemble du réseau. Dans une perspective holliste Smolensky (1988) a analysé ce type de représentation ainsi que les calculs supportés comme *subsymboliques*.

Les représentations subsymboliques et les modélisations dynamiques des approches connexionnistes renvoient à une hypothèse précise sur le fonctionnement mental. Selon cette hypothèse, il n'y a pas de véritable *autonomie* de l'esprit par rapport à son substrat neurophysiologique. Les fonctions mentales supérieures peuvent s'analyser comme des dynamiques extrêmement complexes développées sur des architectures neuronales particulièrement sophistiquées. En d'autres termes, conformément aux résultats les plus actuels de la neurobiologie, le cerveau humain est marqué beaucoup moins par la capacité de traitement de chaque neurone, qui est faible, ou par la vitesse de ce traitement, qui est relativement lente, que par l'extraordinaire complexité des architectures et des connexions au travers desquelles il a lieu. Le connexionnisme se présente ainsi souvent comme *neuromimétique* non parce que les architectures qu'il développe seraient réalistes, mais parce que les principes mis en œuvre dans le traitement sont très proches de ceux du cerveau : faiblesse et rusticité des neurones formels, parallélisme des processus, architectures et connectivité synaptique hautement complexes.

A l'opposé du mentalisme chomskyen, le connexionnisme est donc *physicaliste*. Les propriétés les plus évoluées de l'esprit humain *émergent* directement de l'extraordinaire complexité structurale de l'encéphale. Dans cette perspective *empiriciste* strictement *ascendante*, il n'est plus nécessaire de postuler un innéisme des fonctions, il suffit de postuler un conditionnement génétique des structurations neuronales, ce qui, à nouveau, rencontre les derniers développements de la neurobio-

logie : ce sont les organisations, les structures et les architectures qui sont directement codées génétiquement et non les fonctions. Empiricisme et physicalisme permettent enfin de traiter le problème de la causalité au niveau cognitif de façon simple : seul le niveau physique est réellement causal.

Nous avons souligné ci-dessus que les architectures neuromimétiques postulées par le connexionnisme pour modéliser les fonctions mentales possédaient une grande plasticité synaptique. C'est en effet en modifiant le patron de connectivité synaptique, donc en modifiant la structure architecturale du réseau, que celui-ci peut converger vers la solution correcte au problème posé. A partir de cette plasticité synaptique, le connexionnisme a donc développé un ensemble d'outils et de techniques et développé une véritable théorie de l'apprentissage. Cette théorie s'oppose radicalement à l'innéisme chomskyen. Dans le cadre connexionniste, l'apprentissage est essentiellement conditionné par une confrontation répétée aux données extérieures. Cette confrontation est assortie d'une évaluation continue des performances du réseau effectuée dans une boucle rétroactive (feedback). On voit la proximité de cette conception avec la thèse défendue vingt ans plutôt par le béhaviorisme. Pour autant, les acquis de la dernière période concernant les préconditions génétiques du développement cognitif ou la participation directe de l'organisme à la mise en forme du comportement ne sont pas ignorés. Ils sont repensés non plus comme des conditions innées sur les représentations symboliques, mais comme des conditions génétiques sur l'architecture des réseaux de neurones réels. Le connexionnisme propose ainsi plutôt un néobéhaviorisme cognitivement orienté. Nous y reviendrons après avoir abordé la question des représentations dans ce nouveau cadre.

5. Le connexionnisme et les représentations mentales

Le connexionnisme³⁰ se définit, on l'a vu, comme neuromimétique parce qu'il est explicitement fondé sur une métaphore neuronale. Pour

³⁰ Il conviendrait en fait de distinguer au sein de la mouvance connexionniste, des approches différentes qui sur les questions épistémologiques évoquées sont loin de

autant, il n'adhère pas au réalisme fort du mentalisme chomskyen. En effet, s'il s'appuie bien sur des principes énergétiques de type neuronal, le connexionnisme n'est ni qualitativement ni quantitativement réaliste ou crédible du point de vue neurobiologique, et ceci pour plusieurs raisons. Tout d'abord parce que les techniques actuelles de calcul dynamique, tout comme la taille et la complexité des architectures de réseau effectivement manipulables, n'ont aucune commune mesure avec celles du cerveau humain. Ensuite parce que la connaissance des architectures neurales, des processus synaptiques et plus généralement de la neurophysiologie et de la neurochimie du cerveau sont encore balbutiantes et interdisent toute comparaison sérieuse. Enfin parce que dans les approches systémiques dont se réclame le connexionnisme, le facteur quantitatif de complexité constitue en fait un facteur qualitatif fonctionnel. C'est souvent ce facteur qui conduit le système à diverger. De ce point de vue, en termes de complexité, et donc aussi de propriétés fonctionnelles, les réseaux neuronaux et les réseaux neuromimétiques se situent dans des magnitudes dont les ordres sont en fait peu comparables et il est probable que les propriétés typiques des uns et des autres changent de nature avec leur taille.

Ce que le connexionnisme propose, c'est donc en définitive l'exploration des *propriétés fonctionnelles et cognitives* de quelques processus et architectures neurobiologiquement plausibles. Ainsi la métaphore neuromimétique sur laquelle il se fonde n'est qu'une métaphore approchée. Soulignons donc que si le connexionnisme ne revendique pas de crédibilité neurobiologique particulière, il propose une modélisation partielle et approchée de quelques mécanismes et montre comment cette modélisation peut simuler un certain nombre de processus cognitifs supérieurs tels le raisonnement, l'inférence, la catégorisation perceptive, ou certains phénomènes linguistiques. Il s'ensuit que, bien que physicaliste, la modélisation connexionniste n'est pour autant pas réaliste et ne se situe pas directement au niveau physique de l'implémentation neuronale. Comme nous l'avons montré ailleurs (Laks 1996a) le connexionnisme propose un niveau *intermédiaire* de modélisation.

partager exactement les mêmes positions. Pour une présentation de ces différentes composantes Cf. Laks (1996a).

Du point de vue des analyses cognitives, ce niveau est particulièrement intéressant. En effet si le niveau physique et neuronal est bien reconnu par toutes les approches comme le niveau *in fine* causal, chacun reconnaît également qu'il n'est pas aujourd'hui, et peut être pour les raisons de principe liées à la complexité que nous venons d'évoquer, analysable ou pénétrable *en tant que tel*. Cela pose logiquement des problèmes très ardues aux approches physicalistes. Pour les résoudre, il faut analyser la causalité neurophysiologique et les processus cognitifs en général à deux niveaux nettement distincts : d'une part le niveau de l'implémentation concrète de ces processus, qui relève bien du seul niveau neurophysique, d'autre part le niveau de la description, de l'analyse et de la compréhension de ces mêmes processus qui sont elles, *volens nolens*, construites à partir d'un vocabulaire symbolique et discursif et relèvent donc d'un niveau symbolique tout à fait distinct.

Même dans les approches les plus étroitement physicalistes, le niveau symbolique supérieur ne peut jamais être mis entre parenthèses car c'est uniquement à ce niveau que la description et l'analyse des données peuvent être pensées et construites. Le problème de toute approche cognitive peut donc se résumer dans le paradoxe suivant : si le niveau physique est bien le niveau réellement causal, il n'est pas directement analysable sur le plan de la causalité. Par contre, le niveau symbolique des représentations, s'il n'est pas en tant que tel causal, est bien le seul réellement pénétrable. Il faut encore remarquer qu'entre ces deux niveaux (symbolique et physique) il n'existe aucune isomorphie fonctionnelle permettant d'interpréter une analyse ou une description symbolique en un ensemble de mécanismes physiologiques (analyse descendante) ou, à l'inverse, de lier tel mécanisme ou telle architecture physique à tel mécanisme ou représentation symbolique (analyse ascendante). Si l'on refuse le mentalisme du cognitivisme classique et son autonomisation radicale du niveau symbolique, ce paradoxe semble incontournable.

C'est dans cette logique que doit être pensée la proposition d'un niveau intermédiaire constitué par une modélisation connexionniste. Dans la mesure où cette modélisation met en œuvre des principes computationnels et des architectures directement inspirés du niveau

physique, elle constitue une modélisation subsymbolique partielle et approchée du niveau physique. D'autre part, dans la mesure où elle traduit et implémente des descriptions fonctionnelles et des représentations symboliques de haut niveau dans des modélisations dynamiques et quantitatives de bas niveau, elle propose une traduction physicaliste approchée du niveau symbolique. En d'autres termes, le niveau connexionniste, justement appelé *subsymbolique*, peut constituer une médiation entre niveau symbolique représentationnel et niveau physique causal.

En effet, un modèle connexionniste prend pour point de départ les représentations symboliques et les descriptions fonctionnelles de haut niveau qu'il interprète dans les termes d'architectures et de fonctionnalités neuromimétiques. En sens inverse, mettant en œuvre des principes directement inspirés du niveau physique, il permet de les interpréter en termes de processus symboliques. Etant partiellement *isomorphe* à chacun d'eux, le niveau connexionniste subsymbolique permet donc d'assurer une *interprétabilité* mutuelle relative entre les niveaux physiques et symboliques³¹. Dans une construction de ce type à trois niveaux, à la fois *ascendante et descendante*, le statut des représentations mentales et des descriptions symboliques se trouve profondément modifié par rapport à ce que nous avons rappelé ci-dessus concernant leur statut dans la construction fodoro-chomskyenne.

Le connexionnisme fait en effet fond sur la théorie de l'émergence : les représentations symboliques, n'ayant aucune autonomie de principe

³¹ Dans les analyses phonologiques auxquelles nous faisons allusion ci-dessus, un exemple nous en est donné par l'analyse du *Principe de Contour Obligatoire (PCO)*. Au niveau le plus symbolique et descriptif qui soit, la phonologie autosegmentale a construit un principe explicatif d'application très large : deux positions consécutives quelconques d'une représentation quelconque doivent nécessairement faire contour. À défaut elles sont ancrées sur la même position chronématique. Ce principe symbolique de haut niveau peut se traduire dans un vocabulaire subsymbolique intermédiaire et s'implémenter dans des réseaux connexionnistes comparables à celui de la figure 1. Ces réseaux s'appuient sur la modélisation d'une architecture et une connectivité bi-latérale inhibitrice dont on sait qu'elle correspond à l'une des structures les plus répandues dans le cerveau humain. On a donc bien une interprétation mutuelle, même si elle n'est qu'approchée du même processus à trois niveaux, dans trois vocabulaires : PCO, réseau neuromimétique, inhibition bilatérale.

par rapport au niveau physique où elles s'enracinent, sont conçues comme des représentations de haut niveau *émergeant* des interactions neuronales du niveau physique. Comme dans la théorie de l'émergence, le connexionnisme subsymbolique voit donc les représentations comme *le produit stabilisé* et en quelque sorte cristallisé d'activités neurophysiologiques. La stabilisation est conditionnée par la *fréquence* et la *réurrence* de ces activités. Comme le prévoit la loi de Hebb, sous l'effet des récurrences et des co-activations, les structures et les architectures tendent, par renforcement des connexions synaptiques, à s'inscrire *directement* dans le matériel cérébral. Cette conception qui voit les représentations mentales comme ancrées dans l'activité neuronale est donc tout à fait compatible avec le point de vue physicaliste. Pour autant elle ne nie pas que, stabilisées par l'usage et la récurrence, organisées par les effets de catégorisations perceptives et les autres propriétés structurantes inhérentes aux réseaux neuronaux, les représentations mentales puissent acquérir une autonomie et entrer dans des interactions processorales directes. Elle stipule seulement que les représentations mentales ne sont pas des primitives innées génétiquement codées, mais constituent le résultat du développement épigénétique. Cette conception s'appuie donc directement sur ce qu'il est convenu d'appeler le *néodarwinisme neuronal*³². Conformément à ce paradigme, et en opposition aux conceptions innéistes du mentalisme chomskyen, le connexionnisme subsymbolique postule donc que ce sont les *architectures neuronales* qui sont génétiquement codées et que ce sont les *propriétés structurantes* de ces architectures qui conditionnent l'émergence des représentations symboliques. Mais en retour, l'autonomie de ces représentations symboliques et leurs interactions processorales peuvent être structurantes et avoir des effets *descendants* sur le matériel neuronal. Comme l'a montré Dawkins (1976), l'importance et l'autonomie du symbolique et du culturel, pour ce qui concerne l'espèce humaine, conduit, dans une perspective darwinienne, à les appréhender comme des quasi-gènes ayant des effets sur la maturation et l'évolution

³² Cf. Changeux (1983), Edelman (1992), Dawkins (1976).

de l'espèce³³. Il explique ainsi l'effet structurant, *descendant*, des représentations mentales.

6. Vers un néostructuralisme

Au terme de cette présentation, il apparaît clairement que si la construction chomskyenne a puissamment contribué au développement du paradigme mentaliste du cognitivisme classique, on ne saurait admettre sa revendication à être considérée comme l'unique linguistique cognitive. Le connexionnisme lui oppose un paradigme physicaliste et empiriciste alternatif. Il met l'accent sur le rôle structurant des données externes et développe une théorie de l'apprentissage extrêmement puissante. Pour autant, il ne nie pas l'existence de préconditions génétiquement codées au développement des fonctions mentales supérieures, mais les voit comme des paramètres affectant les structures et les architectures corticales. Dans un cadre à la fois ascendant et descendant où les représentations mentales sont ancrées dans le niveau physique causal dont elles émergent, le connexionnisme place au centre de l'étude, non ces représentations elles-mêmes ou leur structure syntactico-logique, mais les *mécanismes neuromimétiques* qui en expliquent l'émergence et les processus *d'auto-organisation* dynamique qui les affectent. Stabilisées et cristallisées au niveau symbolique, ces représentations peuvent pourtant avoir une efficace rétroactive (descendante).

Les mécanismes et les architectures qui sont au centre de l'investigation ne sont pas abordés dans une perspective autonomisante ou modulaire. Ils sont au contraire conçus comme devant recevoir des applications dans différents domaines cognitifs, et le langage est abordé dans une relation étroite avec la vision, le raisonnement et la planifica-

³³ Un bon exemple en est fourni par l'écriture et l'orthographe. Produits culturels symboliques dérivés d'une activité neuronale physique et conditionnés par un apprentissage explicite, elles ont acquis une telle importance et une telle autonomie dans nos sociétés que l'on peut penser qu'elles finissent par avoir des effets descendants structurants sur le matériel cérébral lui-même de sorte que la compétence linguistique et les mécanismes cognitifs de bas niveau sur lesquels elles s'appuient s'en trouvent affectés.

tion de l'action, notamment. Enfin, dans ce cadre cognitif, la description et l'explication sont nettement distinctes. Si la première relève directement du seul niveau symbolique, la seconde renvoie au niveau physique causal. L'articulation en trois niveaux autour du niveau subsymbolique permet d'interfacer de façon spécifique et originale description et explication. Ces thèses cognitives, articulées en un paradigme cohérent par le connexionnisme, sont bien antithétiques, point par point, au cognitivisme chomskyen. Elles montrent que les débats des années cinquante et soixante n'étaient pas si évidemment tranchés que d'aucuns l'avaient prétendu. Le connexionnisme propose en effet une alternative néobéhavioriste au mentalisme, en reprenant nombre des hypothèses déjà présentes dans le structuralisme et en les articulants dans une perspective radicalement cognitive. Il dessine ainsi les contours d'un néostructuralisme cognitif³⁴.

BIBLIOGRAPHIE

- Alquié F. 1985, Empirisme, *Encyclopaedia Universalis*, Paris, 995-997.
- Andler D. (ed.) 1992, *Introduction aux sciences cognitives*, Paris : Folio Gallimard.
- Bechtel A. et Abrahamsen W. 1993, *Le connexionnisme et l'esprit : introduction au traitement parallèle par réseaux*, Paris : La découverte.
- Bloomfield L. 1926, « A Set of Postulates for the Science of Language », *Language* 2, 153-164.
- Bloomfield L. 1933, *Language*, New York : Holt .
- Bourdieu P. 1975, « Le fétichisme de la langue », *Actes de la recherche en sciences sociales* 4, 2-33
- Changeux J.-P. 1983, *L'homme neuronal*, Paris : Fayard.
- Chomsky N. 1965, *Aspects of the Theory of Syntax*, Cambridge Mass : MIT Press (Trad.fr. 1971, Paris : Editions du Seuil).
- Chomsky N. 1977, *Essays on Form and Interpretation*, Amsterdam : North-Holland, (Trad. fr. 1980, Paris : Editions du Seuil).

³⁴ Pour une présentation de cette perspective et des derniers travaux qu'elle a motivés, Cf. Elman et alii (1996).

- Chomsky N. 1977, *Dialogues avec Mitsou Ronat*, Paris : Flammarion.
- Chomsky N. 1980, *Rules and Representations*, Columbia University Press (Trad. fr 1985, Paris : Flammarion).
- Chomsky N. 1990, « Sur la nature, l'utilisation et l'acquisition du langage », *Recherches Linguistiques de Vincennes* 19, 21-45 .
- Chomsky N. 1995, *The Minimalist Programm*, Cambridge Mass. : MIT Press.
- Chomsky N. 1997, Préface de Pollock J.-Y. *Langage et cognition : introduction au programme minimaliste de la grammaire générative*, Paris : PUF.
- Chomsky N. et Halle M. 1968, *The Sound Pattern of English*, New York : Harper and Row (Trad fr 1973, Paris : Editions du Seuil).
- Dawkins R. 1976, *The Selfish Gene*, Oxford : Oxford University Press. (Trad. fr 1991, Paris : A. Colin).
- Edelman G. M. 1992, *Biologie de la conscience*, Paris : Editions Odile Jacob .
- Elman G., Bates E.A., Johnson M.H., Kamiloff-Smith A., Parisi A. et Plunkett K 1996, *Rethinking innateness : A connectionnist perspective on devolpment*, Cambridge Mass. : MIT Press.
- Encrevé P. 1997, « L'ancien et le nouveau : quelques remarques sur la phonologie et son histoire », *Langages* 125, 100-124, Paris : Larousse
- Engel P. 1994, *Introduction à la philosophie de l'esprit*, Paris : Editions de la découverte.
- Fodor J. 1975, *The Language of Thought*, Cambridge Mass. : Harvard University Press.
- Fodor J., McLaughlin B. 1990, « Connectionism and the problem of systematicity : Why Smolensky's solution doesn't work », *Cognition* 35, 182-204.
- Fodor J., Pylyshyn Z. 1987, « Connectionnism and Cognitive Architecture : a Critical Analysis », *Cognition* 28, 3-73.
- Fodor J. 1981, *Re-presentations*, Cambridge Mass. : MIT Press.
- Goldsmith J. et Huck G. 1995, *Ideology and linguistic theory : Noam Chomsky and the deep structure debates*, New York : Routledge.

- Goldsmith J. 1993, « La phonologie harmonique », in B. Laks et M. Plénat (eds.) *De Natura Sonorum*, Paris : PUV. Université de Paris VIII.
- Green et alii 1996, *Cognitive Science : an introduction*, Oxford : Blackwell.
- Harris R. A. 1993, *Linguistics wars*, Oxford : Oxford University Press.
- Hockett C.F. 1948, « A Note on 'Structure' », *International Journal of American linguistics* 14, 269-271.
- Jakobson R. et Waugh L. 1979, *La charpente phonique du langage*, Paris : Editions de Minuit.
- Joos M.(ed.) 1957, *Readings in linguistics* 1, Chicago : Chicago University Press.
- Labov W. 1976, *Sociolinguistique*, Paris : Editions de Minuit.
- Laks B. 1995, « A Connectionnist Account of French Syllabification », *Lingua* 95, 56-75.
- Laks B. 1996a, *Langage et cognition : l'approche connexionniste*, Paris : Hermès.
- Laks B. 1996b, « Réseaux de neurones et syllabation du français », *LINX* 35/36, 327-347.
- Laks B. (ed) 1997a, « Nouvelles Phonologies » *Langages* 125, Paris : Larousse.
- Laks B. 1997b, *Phonologie accentuelle : métrique, autosegmentalité et constituance*, Paris : Les éditions du CNRS.
- Martinet A. 1960, *Eléments de linguistique générale*, Paris : Armand Colin.
- McCulloch W., Pitts W. 1943, « A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity », *Bulletin of Mathematical Biophysics* 5, 115-133.
- Neumann J. von 1992, *L'ordinateur et le cerveau*, Paris : Editions de la découverte .
- Pollock J-Y. 1990, « Linguistique, biologie et psychologie : la linguistique peut-elle se définir comme une science cognitive? », *Recherches Linguistiques de Vincennes* 19, 107-125.
- Pollock J-Y. et Obenhauer H-G. (eds) 1990, Linguistique et cognition : réponses à quelques critiques de la grammaire générative, *Recherches Linguistiques de Vincennes* 19.
- Pollock J-Y. 1997, *Langage et cognition : introduction au programme minimaliste de la grammaire générative*, Paris : PUF.

- Putnam H 1979, « Ce qui est inné et pourquoi. Commentaires sur le débat », in Piattelli-Palmarini M (ed.) *Théories du langage, théories de l'apprentissage*, Paris : Les Editions du Seuil 415-444.
- Rumelhart D., McClelland J. and the PDP Research Group (eds.) 1986, *Parallel Distributed Processing : Exploration in the Micro-Structure of Cognition*, 2 Vol, Cambridge Mass : Bradford MIT Press.
- Ruwet N. 1967, *Introduction à la grammaire générative*, Paris : Plon .
- Sapir E. 1933, « La réalité psychologique des phonèmes. » *Journal de psychologie normale et pathologique* 30, 247-265.
- Saussure F. de 1915, *Cours de linguistique générale*, cité d'après l'édition critique de T de Mauro, 1976 Paris : Payot.
- Segui J., Pollock J-Y. et Nespoulous J-L. 1992, « Langage. » *Le courrier du CNRS* 79, 8.
- Smolensky P. 1988, « On the Proper Treatment of Connectionism », *Brain and Behavioral Sciences* 11, 1-74 .
- Troubetzkoy N.S. 1939, *Principes de phonologie*, Paris : Klincksieck.