

« Le langage incarné »

Notre conception du langage reste tributaire d'une tradition idéaliste et formaliste qui tend à isoler l'expression et la signification par rapport à la perception et à l'action. Ce qui fait que l'expérience habituelle de la transition par laquelle nous passons continuellement du sentir au faire et au discours sur ce que nous faisons ou ressentons n'est jusqu'à présent ressaisie par aucune des disciplines existantes. Mais cette situation de clivage épistémologique semble devoir être bientôt dépassée. Opérant la jonction entre l'étude du langage et l'étude des mécanismes cognitifs du cerveau, le développement d'une nouvelle neuroscience du langage nous contraint de réviser la conception traditionnelle. De la perception et de l'action à l'expression verbale, l'apparente rupture va devoir faire place à une plus fondamentale continuité qui est celle des fonctions de l'être humain. L'établissement de cette continuité au plan des mécanismes fonctionnels sous-jacents restitue une évidente actualité à un thème favori de la phénoménologie : l'unité d'une expérience sensée, laquelle, muette encore dans la perception et le geste, tend naturellement à s'élever au plan de l'expression et du jugement.

Bibliographie : N. Chomsky, *Rules and Representations*, Columbia UP, 1980. E. Husserl, *Erfahrung und Urteil*, Felix Meiner Verlag, 1999. M. Merleau-Ponty, *Phénoménologie de la perception*, Gallimard, 1945. F. Pulvermüller, *The Neuroscience of Language*, Cambridge UP, 2002.

I. Qu'est-ce que l'incarnation du langage veut dire?

L'expression 'embodiment of language' désigne une nouvelle tendance de la recherche sur les bases neurales du langage. En dehors d'une étiquette commode pour regrouper diverses équipes de chercheurs, cette expression suggère l'existence d'une relation fondamentale langage – corps. L'observateur philosophe sera curieux de savoir s'il retrouve dans ce contexte des études scientifiques le traditionnel problème philosophique de l'incarnation de l'esprit et si ces études ont apporté une solution originale à ce problème. Mais comme il serait illusoire de projeter sur la science positive des interprétations de philosophe, il importe de nous instruire d'abord sur l'usage que les chercheurs eux-mêmes font de 'l'embodiment'. Si l'on étend le domaine d'enquête à l'ensemble des contributions à l'investigation des bases du langage en donnant audience aux différents protagonistes de la controverse qui semble s'y développer on tombera sur un spectre d'emplois peu homogènes à première vue : Sont-ils mutuellement compatibles et se ramènent-ils à l'univocité? La controverse à laquelle on fera référence est entre l'*embodied cognition* et la *disembodied cognition hypothesis* : Rizzolatti – Fadiga – Gallese – Pulvermüller / Jeannerod – Jacob – Caramazza – Dinstein – Hickok.

1. De la modularité à l'interaction :

D'après la conception de J. Fodor (*The Modularity of Mind* 1983) la modularité de l'esprit consiste en ce que nombre de fonctions cognitives sont entièrement réalisées par des systèmes périphériques spécialisés qui fonctionnent indépendamment les uns des autres sans échanger d'information, de sorte que l'organisme anatomiquement un est une hydre cognitive. Reprise de la Phrénologie de Gall : *Sur les fonctions du cerveau et sur celles de chacun de ses parties*.(1822-25).

Dans la mesure où la recherche récente sur les bases du langage montre que ses fonctions sont sous-tendues non par des modules spécialisés mais par un réseau étendu de régions distinctes du cerveau qui entretiennent un dialogue permanent, cette recherche réalise une certaine forme d'embodiment : la reconquête de l'unité intégrative du corps sur sa dispersion modulaire.

2. Le système moteur n'est pas une simple sortie motrice :

Le modèle classique des bases du langage : Lichtheim, On aphasia, *Brain* (1885) intègre les contributions de Broca : Remarques sur le siège de la faculté de la parole articulée, suivies d'une observation d'aphémie (perte de parole), *Bull Soc d'Anatomie* (1861) et de Wernicke : *Der aphasische Symptomenkomplex. Eine psychologische Studie auf anatomischer Basis* (1874). Ce modèle classique dissocie la production des sons de la parole d'avec le traitement cognitif de l'information linguistique et limite la contribution du système moteur à celle de simple exécutant servile

d'un programme moteur élaboré aux étages hiérarchiquement supérieurs du système cognitif. Cette conception de la réalisation musculaire de la parole repose sur un préjugé du corps instrument de la pensée qui est renversé par la mise en évidence d'influences rétroactives, modulatrices voire même structurantes, du système moteur articulo-phonatoire sur la réception auditive et l'interprétation sémantique des phonèmes et expressions.

3. Le liage des modalités sensorielles :

Au plan neuronal la synthèse des qualités sensorielles dans l'objet perçu se traduit par le problème du liage (*binding*) des signaux unimodaux des différentes voies: visuelle, auditive, olfactive, vestibulaire, proprioceptive et viscérale en un concept d'objet supramodalitaire. Cette fonction d'intégration est classiquement dévolue à un système cognitif central hiérarchiquement supérieur aux différents systèmes sensoriels et exerçant sur leur fonctionnement une influence descendante, notamment par l'orientation de l'attention. Si la recherche des bases neurales du langage parvenait à établir l'existence d'un processus transversal d'intégration induit (p.ex.) par le système moteur comme source d'information de la perception par l'action, on ferait l'économie de l'hypothèse d'un centre purement conceptuel, une hypothèse peu plausible étant donné le mélange synaptique général de toutes les influences modales (*disembodied language hypothesis*).

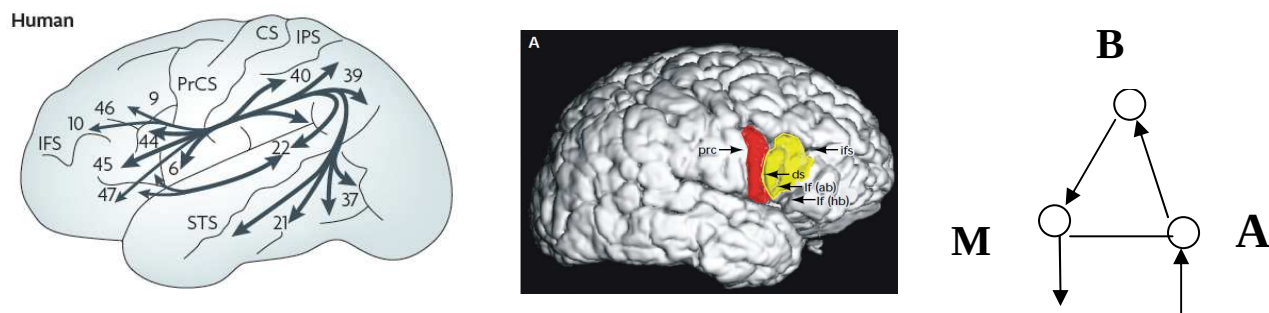
4. Du Mentalais au Langage des neurones :

Dans l'histoire des sciences cognitives l'idée chomskyenne de 'compétence', la stricte dissociation de cette compétence d'avec la performance et sa priorité par rapport à celle-ci pour l'étude du langage ont eu un rôle fondateur. Ce clivage et cette hiérarchie ont tendu à faire assimiler le noyau architectonique de la capacité linguistique de l'homme à un langage symbolique du type de la logique formelle et sa mise en œuvre dans la parole à une application de règles syntaxiques à des suites de symboles (un calcul). Une fois intériorisée en langage de la pensée cette structure profonde, sa réalisation dans des actes de communication ne pouvait apparaître que comme un revêtement contingent par une structure superficielle. Le *Mentalais* (Fodor *The Language of Thought* 1975) limitait la contribution des neurosciences sur le langage à la matérialisation de la structure logique de la compétence dans un cerveau-machine indifférent à son programme. L'identification du traitement de l'information linguistique avec la dynamique neuronale elle-même et ses lois d'association (Hebb, *The Organization of Behavior. A neuropsychological theory*, 1949) représente une autre forme d'incarnation du langage (Pulvermüller, *The Neuroscience of Language. On Brain Circuits of Words and Serial Order* 2002).

5. La controverse autour de l'aire de Broca :

Qu'elles soient convergentes ou divergentes, les diverses tendances qui s'expriment à travers le thème de l'embodiment sont représentées dans le débat sur l'interprétation des fonctions de l'aire de Broca. Classiquement considérée comme centre de la réalisation motrice de la parole à l'issue du traitement cognitif, la contribution de l'aire de Broca s'est révélée plus précoce et plus riche, dans la mesure où elle est recrutée à tous les niveaux de la conduite verbale : perception aussi bien que production, sémantique aussi bien que syntaxique. Cette redéfinition des fonctions linguistiques de l'aire de Broca se conjuguant avec une hypothèse sur ses origines phylogénétiques dans une aire prémotrice du singe croise la question de l'embodiment: Rizzolatti et Arbib, *Language within our grasp*, *Trends Neuroscience* (1998). Doit-on rapporter au système moteur ce nœud essentiel dans les circuits cérébraux du langage? Faut-il au contraire insister sur son émancipation par rapport à des fonctions utilitaires et sur la conquête de la capacité supramodale de traiter toute complexité cognitive?

Conclusion : Cette polyvalence de l'expression 'incarnation du langage' dans la terminologie des scientifiques prouve que la science ne peut pas se dispenser de la réflexivité de l'approche philosophique pour statuer sur les questions d'interprétation du sens de ses démarches et de l'importance de ses découvertes. Ici, la seule maîtrise de la technique d'expérimentation, de la mathématique statistique du traitement des données quantitatives et le seul jeu de la compétition entre théories rivales ne suffit plus. Le rapport avec l'expérience vécue (les conditions 'écologiques') doit être pris en considération en regard de l'appareil théorique et instrumental du laboratoire.



II. Les neurosciences peuvent-elles se passer d'une phénoménologie du langage ?

Merleau-Ponty, *Phénoménologie de la Perception* : « On ne comprendra jamais ces deux idées à la fois si l'on continue d'osciller entre la notion de "motricité" et celle "d'intelligence", et si l'on ne découvre pas une troisième notion qui permette de les intégrer, une fonction, la même à tous les niveaux, qui soit à l'œuvre aussi bien dans les préparations cachées de la parole que dans les phénomènes articulatoires, qui porte tout l'édifice du langage, et qui cependant se stabilise en processus relativement autonomes (228) ». — Est-ce que les travaux récents sur les bases cérébrales du langage ont dépassé cette hésitation entre une conception motrice et une conception intellectualiste ou représentationnelle ? On a vu que ces travaux se partagent en deux écoles : 1) la *Theory of Mind* 2) l'*Embodiment*, bien que certains auteurs quittent la voie de la controverse pour s'engager dans une recherche de complémentarité. Est-ce une confirmation du diagnostic de Merleau-Ponty ? De diagnostic, cette simple remarque deviendrait pronostic et même prémonition : doit-on aller aussi loin ? La tournure prise par la recherche empirique n'aide pas à fixer nos idées sur ce point.

1. Ne remplaçons pas les questions d'essence par des récits évolutionnistes :

La légitime préoccupation des biologistes pour les origines évolutionnistes des capacités humaines explique peut-être un phénomène qui n'a pas fini d'intriguer l'observateur philosophe : Il peut paraître naturel de penser que la question fondamentale d'une recherche scientifique, philosophique ou autre est la question « Qu'est-ce que c'est ? », question qui concerne l'essence de la chose en question et non son devenir, ses origines, sa cause, ses effets, etc. Il semble que la transition de l'étude du langage à une étude de ses bases neurales ait provoqué un glissement de sens, une substitution des questions : « Qu'est-ce que c'est ? » est remplacée par « Quelle provenance ? » malgré que **le récit** répondant à la 2^{ème} question ne donne pas forcément **la définition** qu'on attend en réponse à la 1^{ère}. Or, brouiller les différences essentielles engendre l'illusion d'avoir compris : si parler, entendre et comprendre sont des succédanés du mouvement, est-ce que se mouvoir consistera encore à bouger son corps ? Comprendre l'interlocuteur, à savoir ce qu'il veut dire ?

2. Des solutions partielles masquent l'étendue du problème :

Le plus court chemin pour l'incarnation du langage passe par l'observation des gestes articulatoires et des gestes manuels accompagnant (ou suppléant) la parole : c'est ce qui se voit du langage. Si l'*embodiment* du langage dans toutes ses dimensions ne veut rien dire, un expédient évident est de rechercher dans **les représentations cartographiques du corps** des aires sensori-motrices du cortex (Penfield 1950) des corrélats éventuels pour le seul lexique des verbes d'action. De là, on pourra s'attaquer au problème ultérieur de l'extension possible du geste (ou du répertoire moteur) à l'ensemble de la conduite verbale en comptant là-dessus pour rétablir la continuité perdue entre production-perception et construction-interprétation. Mais si le geste est déjà langage, ramener le langage au geste n'en éclaire pas la nature et si les verbes d'action prennent sens des actions exprimées, leur extension métaphorique est une innovation sémantique qui interrompt leur liaison à l'action et contraint à chercher d'autres sources à la dimension sémantique (et syntaxique) des expressions.

3. Le défi de la phénoménologie du langage : incarner des morphologies eidétiques :

La possibilité pour l'être humain d'exprimer dans des expressions linguistiques les formes du champ visuel et les buts ou ressources (*affordances*) du champ pratique repose sur une médiation intercatégoriale sous-jacente qu'on peut supposer réalisée dans des circuits cérébraux. Comprendons-nous vraiment la transaction à l'œuvre dans ces circuits

entre ce qui se donne intuitivement au plan phénoménal comme formes perceptives, ce que nous visons dans l'action volontaire comme buts et les expressions en usage dans la langue ? De cette médiation le principe formel abstrait de l'universalité sémantique du langage naturel ne rend pas compte parce qu'il la présuppose : universelle exprimabilité en droit de tout ce qui a du sens pour nous – plus précisément : « S'il est possible en général de parler d'une chose quelconque de manière sensée, alors il est possible d'en parler en langage quotidien » (Tarski, *Le concept de vérité* dans les langages formalisés, 1936).

Il faut comprendre comment il est possible que des configurations objets d'attention visuelle ou buts d'intentions pratiques – configurations qui émergent et se stabilisent dans une expérience essentiellement muette – soient promues et sauvegardées au plan de l'expression dans des formes linguistiques. Pour être au clair sur cette transition entre les morphologies de types sémantiques différentes impliquées dans l'horizon intentionnel de la conduite verbale des agents-observateurs-locuteurs, il ne suffit pas de retracer des cours d'événements dans leurs circuits cérébraux. Le problème de l'*embodiment* n'est pas réglé au seul plan neuronal parce qu'il est double : il est indissociablement *eidétique* et psychophysiologique. La phénoménologie du langage ne dit rien d'autre que cette dualité des morphologies sémantiques (Husserl, *Rech. Log.* I, III, IV) et des kinesthèses expressives du corps propre (Husserl, *Phäno. Intersubj. ; Die Lebenswelt*).

III. Langage et geste :

A. Les gens bougent les mains en parlant : une constatation qu'on peut faire quelle que soit leur occupation, à tous âges et quelles que soient les différences culturelles entre les individus. On voit couramment des gens gesticuler au téléphone en dépit de l'inutilité de ces gestes pour l'interlocuteur (Est-ce un dément en pleine crise ? Non, plus probablement un usager du téléphone portable). Des aveugles de naissance gesticulent en parlant.

1. Art oratoire (Cicéron, Quintilien), théâtre, cultes, direction d'orchestre...

2. Les gestes non accompagnés de paroles peuvent servir à la communication : en ce cas les gestes peuvent s'organiser hiérarchiquement comme le langage en mots et phrases. Emblèmes : gestes ayant une forme stéréotypée (Pouce touchant l'index = OK ; pouce en l'air). Pas un système linguistique : ne se combinent pas en phrases. Langage des signes des muets (ASL *American Sign Language*). Systèmes autonomes par rapport au langage parlé. Structuré comme le langage (niveaux syntaxique, morphologique et phonologique). Les enfants sourds de parents entendants inventent des gestes de communication enchaînés en *structures ergatives* (Agent d'un verbe intransitif ou Patient d'un verbe transitif même position par rapport au Verbe) et non pas en *structures accusatives* (Agent + Verbe + Patient).

3. Les gestes accompagnant la parole prennent une forme analogique ou imagée, mais ces gestes communiquent aussi une information parallèle qu'on peut décoder. Gestes iconiques décrivant des aspects du contenu sémantique du discours. Gestes métaphoriques : représentation picturale d'un contenu abstrait. Battues : marquant le tempo du discours. Gestes déictiques : pointant des objets/lieux dans l'espace de la conversation.

Le format analogique des gestes diffère du format symbolique du discours parlé : les gestes peuvent permettre la communication de pensées difficiles ou impossibles à communiquer par la parole. Possibilité de discordance geste – parole (*gesture-speech mismatch* – Goldin-Meadow, *Transitions in learning : evidence for simultaneously activated strategies*, *J Exp Psychol* 1993) : dans les phases de transition d'une étape à une autre dans les apprentissages scolaires.

Ex : Une rangée d'un damier est dilatée horizontalement : un enfant (6ans) explique que le nombre des cases a augmenté parce que la rangée a été étirée, mais ses gestes de pointage successif de chacune des cases de la rangée étirée et des cases correspondantes de la rangée suivante inchangée prouvent une certaine compréhension gestuelle de la constance du nombre.

Ex : $4+5+3+\dots=+3$ « en additionnant 4, 5, 3 et 3 j'obtiens 15 » / geste de la main gauche sur la partie gauche de l'équation, pause, geste de la main droite sur la partie droite.

4. Quelle fonction remplissent les gestes : aide à la formulation de la pensée du locuteur ou moyen de communication avec l'observateur ?

Adam Kendon : Do gestures communicate ? *Res Lang Soc Interact* (1994). Les observateurs font attention aux gestes et modifient en fonction des gestes leur interprétation du discours. Le geste peut faciliter la compréhension du message vocal lorsqu'il est concordant, mais lui fait obstacle lorsqu'il est discordant. Le geste aide à la récupération de l'information mémorisée : le pointage chez l'enfant qui calcule. Transfert possible de la mémoire verbale à la mémoire spatiale. Accès à des pensées nouvelles non encore codées vocalement (l'idée de correspondance biunivoque). Ajout d'une information nouvelle au répertoire du sujet sans perturbation du système de croyances antérieur.

B. Les gestes et les bases cérébrales du langage

Est-ce que les systèmes fonctionnels qui sous-tendent les gestes sont les mêmes que ceux qui sous-tendent le langage et les uns et les autres dérivent-ils du système moteur ?

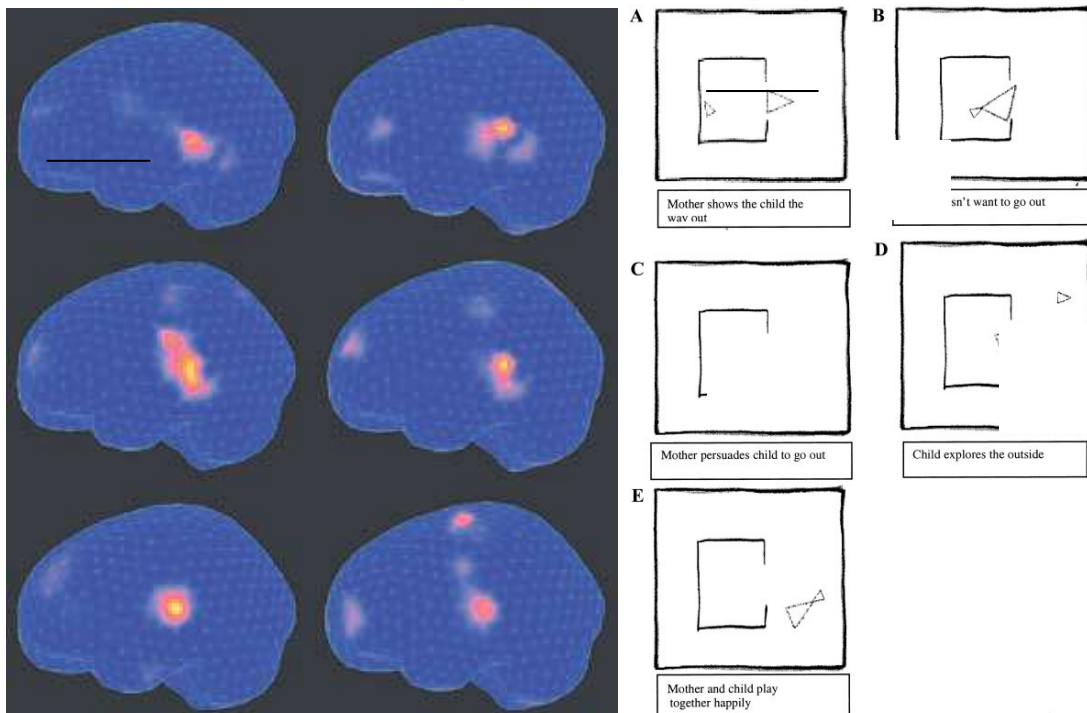
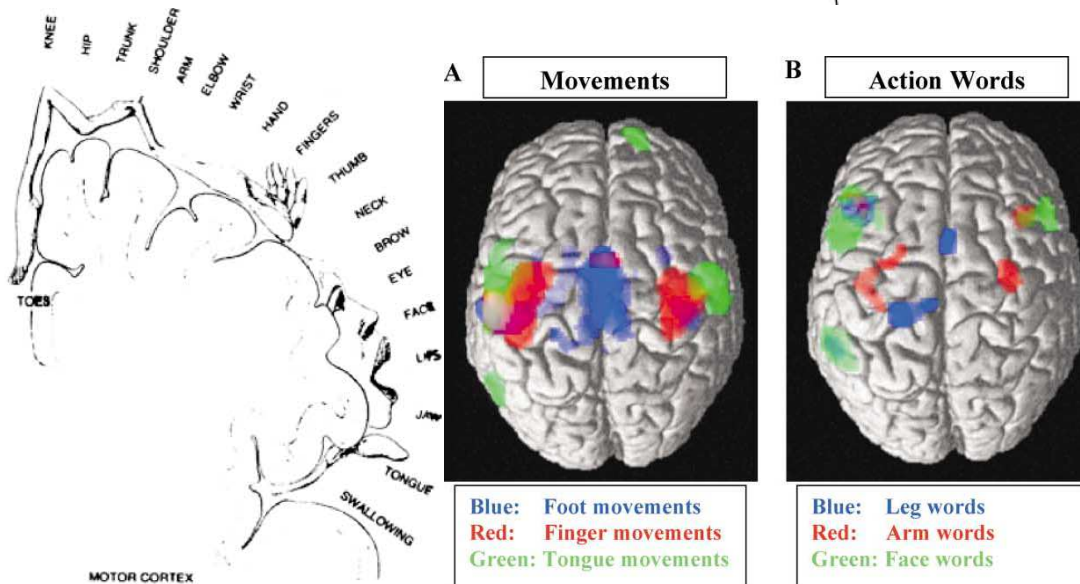
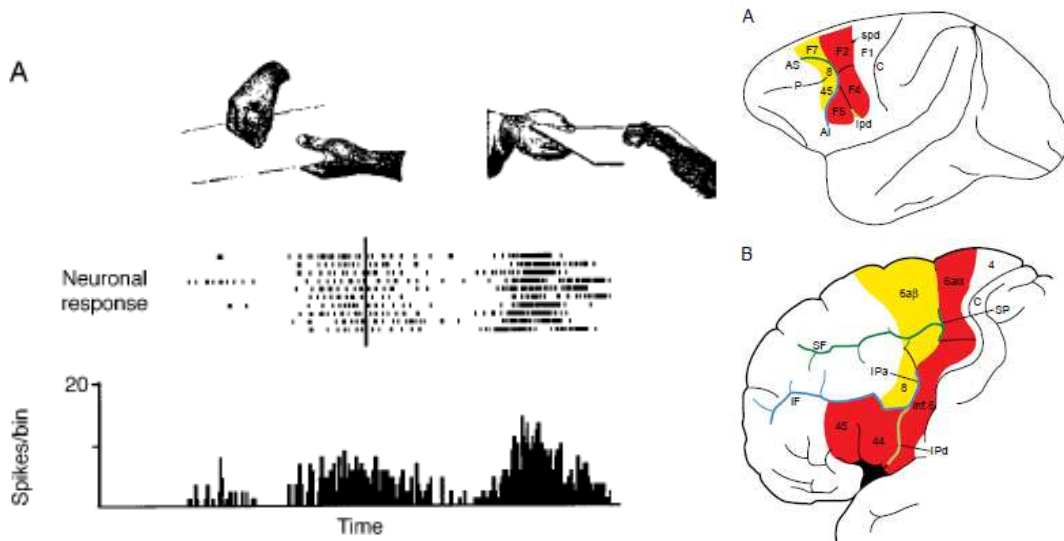
1. Gallagher & Frith, *Neuropsychologia* (2004) – fMRI : Comparaison entre les gestes exprimant des états mentaux (colère, indifférence, ennui...) et les gestes instrumentaux visant à changer le comportement d'autrui (ordres : « viens ! », « va-t-en ! », « stop ! »). Perception des gestes expressifs : Cortex paracingulaire antérieur, amygdale, pôles temporaux, sillon temporal supérieur (STS) = *Theory of Mind*. Perception des gestes instrumentaux : système du langage et de l'imitation motrice (hémisphère gauche). Dissociation entre un système de la mentalisation et un système instrumental.

Interprétation : comprendre les gestes expressifs requiert une conception de l'esprit d'autrui, par quoi on entend la capacité d'expliquer et prédire le comportement des autres (et de soi-même) en leur attribuant des états mentaux.

2. Lotze et al *Neuropsychologia* (2006) – fMRI : Comparaisons entre l'observation de mouvements manuels (visser une capsule), de mouvements orientés vers le corps (se brosser les dents) et de gestes expressifs (menacer). La voie visuelle dorsale (orientation de l'action vers des objets : Ungerleider) et le système miroir (cortex prémoteur ventral et lobe pariétal) activés dans les trois conditions. Les gestes corporels activent en plus le lobe temporal et temporo-pariétal. Les gestes expressifs activent en plus les aires relatives à la perception sociale et à la 'théorie de l'esprit' (sillon temporal supérieur, pôles temporaux, lobe préfrontal médian), aux émotions (amygdales, cortex préfrontal ventrolatéral) et au langage (aires de Broca et de Wernicke).

3. Montgomery, Isenberg, Haxby *Scan* (2007) – fMRI : L'observation et l'exécution de gestes manuels de communication activent le système miroir (opercule frontal et lobule pariétal inférieur) de la même manière que l'observation et l'exécution de gestes manuels dirigés vers des objets. Superposition des représentations de l'action perçue et de l'action exécutée dans le système miroir (SM). Les neurones miroir (NM) déchargent pour les mouvements manuels en rapport à un objet, mais aussi pour les mouvements de communication (*lip-smacking* chez le singe). Gestes de communication (« viens ! », « regarde ! », « stop ! ») ; gestes orientés vers l'objet (actionner l'interrupteur, enfoncer un clou, frotter une allumette...). STS : réponse plus forte pour l'exécution de gestes de communication ; réponse variable en fonction de la tâche pour les mouvements vers des objets – plus forte pour l'imitation. Perception du mouvement biologique et aussi communication sociale (Perrett). Lobe pariétal inférieur (IPL) : pas de différence entre les réponses cérébrales pour les deux catégories de gestes. Avantage à gauche. Réponses plus fortes pour l'imitation et l'exécution que pour l'observation (Iacoboni, Decety). Neurones miroir dans IPL pour la saisie manuelle d'une graine par le singe (Fogassi). Opércule frontal : pas de différence entre les réponses. Réponses plus fortes pour l'imitation et l'exécution. Site des NM (Gallese). La représentation des gestes de communication et des gestes sur les objets diffère en dehors du SM. Activité + forte dans les régions motrices pour les gestes sur les objets ; tandis que la réponse est plus forte dans les régions associées à la cognition sociale pour les gestes de communication (Frith). Le SM humain plus impliqué dans l'action de communication que le SM du singe.

4.



IV. Langage et geste II – Le langage des signes

1. Le langage des signes est-il un langage ? La question peut s'entendre en un sens traditionnel : nous avons l'usage du langage, à savoir le langage parlé de la communication ordinaire. A cette forme particulière de langage nous empruntons notre modèle de l'essence du langage. Et nous évaluons par rapport à ce modèle tout candidat possible au titre de langage.
2. La situation est bien différente si nous nous plaçons dans l'optique d'une évolution récente de la recherche. Coïncidence entre un mouvement d'incarnation (*embodiment*) du langage et un mouvement de promotion du geste. D'un côté on cherche à enraciner la capacité linguistique de l'homme dans les fonctions perceptives et motrices de l'organisme. De l'autre on reconsidère le geste comme mode de communication de plein droit et comme précurseur du langage. Le paradigme traditionnel de l'essence du langage est remis en question même si l'on ne voit pas encore clairement d'alternative. Nous avons l'habitude de la structure du langage parlé avec sa triple articulation : phonologie (théorie non des sons vocaux (phonétique), mais des unités distinctives de l'énoncé ou de la langue), syntaxe (théorie des règles de combinaison des mots en phrases), sémantique (théorie de la signification, relation entre les expressions linguistiques et les objets ou états de choses extralinguistiques auxquels elles réfèrent). Peut-être que cette habitude nous aveugle ou imprime un biais à notre approche des autres modes d'expression et de communication, comme le geste.
3. Loi du 12 Février 2005 (code de l'éducation) : « La langue des signes française est reconnue comme une langue à part entière. Tout élève concerné doit pouvoir recevoir un enseignement de la langue des signes française. Le Conseil supérieur de l'éducation veille à favoriser son enseignement. Il est tenu régulièrement informé des conditions de son évaluation. Elle peut être choisie comme épreuve optionnelle aux examens et concours, y compris ceux de la formation professionnelle. Sa diffusion dans l'administration est facilitée. »
4. Comparaison avec le langage parlé : Les sourds de différents pays emploient des langages de signes en se servant des mains à la place des articulateurs buccaux de la parole. Ces langages sont nés dans les communautés de sourds avant qu'on s'intéresse à les codifier et les enseigner dans des institutions spécialisées. On attribue à l'abbé de l'Epée, fondateur d'une école pour les sourds (XVIII^e s) la découverte de l'existence d'une langue des signes chez des enfants sourds (mais déjà, au XVI^e s, à Madrid : Ponce de Leon). Pluralité des langages des signes : LSF, langue des signes française ; BSL, *british sign language* ; ASL, *american sign language*. Les langages des signes peuvent véhiculer la même information que le langage parlé. Phonologie : aux phonèmes correspondent les paramètres des signes (forme de la main, localisation dans l'espace, mouvement). Le lexique des signes mélange des signes iconiques (mimétiques) : 'manger', 'dormir' et des signes arbitraires (un alphabet dactylogique des conformations de la main pour les lettres). La syntaxe : les mots ne sont pas dans un ordre linéaire, l'action est mise en scène dans l'espace. Passé – présent – futur situés sur un axe arrière-avant perpendiculaire au corps ou selon un axe gauche-droite.
5. Les systèmes cérébraux : Si le langage des signes et le langage parlé mettent en jeu une même faculté humaine de langage, ils doivent avoir une base commune dans le cerveau. De même que les lésions de l'hémisphère gauche chez les parlants entraînent une aphasie, les lésions cérébrales gauches chez les utilisateurs de LS causent un handicap pour la production des signes (lésions antérieures) ou pour la compréhension des signes (lésions postérieures).
Exemples : (Poizner et al 1987) : production de signes pénible et non fluente, énoncés réduits à un seul signe, signes agrammatiques, non modulés par le mouvement pour marquer les contrastes morphologiques et syntaxiques. Compréhension intacte. — (Chiarello et al 1982) difficulté de compréhension des signes, production fluente mais paraphasique chez des lésionés de l'hémisphère postérieur gauche (lésion plus étendue que Wernicke vers lobe pariétal inférieur : plasticité induite par la pratique du LS).
6. Langage des signes et geste : est-ce que les déficits du LS sont dus à l'aphasie (atteinte des représentations linguistiques) ou à une apraxie (perturbation de l'exécution des mouvements appris) ? (Geschwind & Damasio, *Apraxia ? Handb. Clin Neurol* 1985). Dissociation : patient WL : lésion fronto-temporo-pariétale gauche, aphasie du LS mais production et compréhension normales des pantomimes. Pas une simple perturbation motrice, mais l'atteinte d'un système linguistique à expression manuelle.
7. Cartographie corticale par stimulation électrique : (Corina et al 1999) patient ST utilisateur ASL avant lobectomie gauche pour épilepsie, erreurs phonologiques sur les signes en réponse à la stimulation de l'aire de Broca

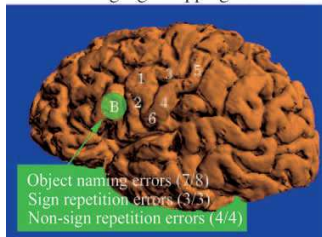
(réduction à un poing fermé) / stimulation de l'aire supramarginale : confusion morphosémantique ('candy/sweet' : index+majeur étendus frôlant le menton → pouce et petit doigt étendus).

Globalement, l'imagerie cérébrale montre que la production des signes recrute le gyrus frontal inférieur gauche comme la production des paroles et que la compréhension du LS active le gyrus temporal supérieur gauche comme la compréhension des paroles. Mais il faut corriger cette répartition grossière pour l'ajuster à la cartographie cérébrale des utilisateurs de LS.

Cortex Frontal : l'aire de Broca est recrutée pour la compréhension des signes aussi bien que pour leur production. A mettre en rapport avec la récente reconnaissance du rôle de l'aire de Broca dans la perception et la production de la parole et plus largement dans la perception et la production des actions non linguistiques. Différence d'avec le langage parlé : latéralisation gauche attendue pour la production des signes, mais bilatéralité pour la compréhension.

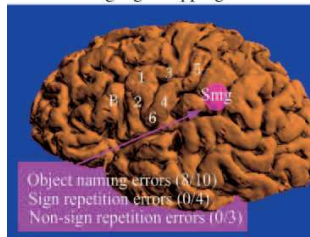
Cortex Pariétal : latéralisation gauche en production, bilatéralité en compréhension. Gyrus supramarginal, aire d'association multimodale : deux voies, dorsale pour la transformation de l'information sur les objets en configurations de la main (Jeannerod 1995) ; ventrale pour la reconnaissance des actions observées (Rizzolatti & Arbib 1998) : superposition des cartes de la compréhension et de la perception des signes.

Result of language mapping: BA 44



Stimulus	Target	Produced

Result of language mapping: BA 22/40

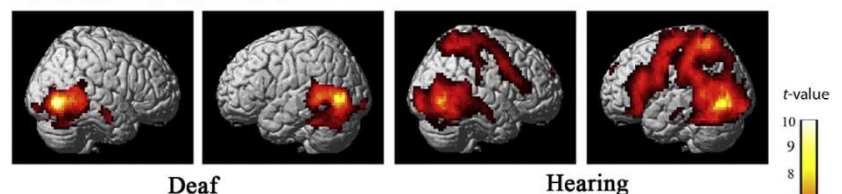


Stimulus	Target	Produced

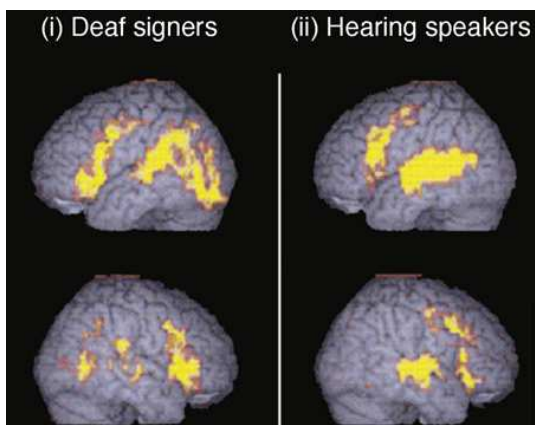
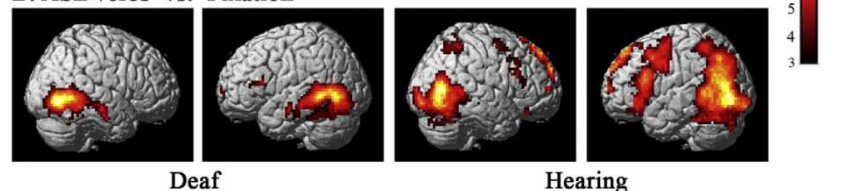
English translation: *The cat sat on the bed.*

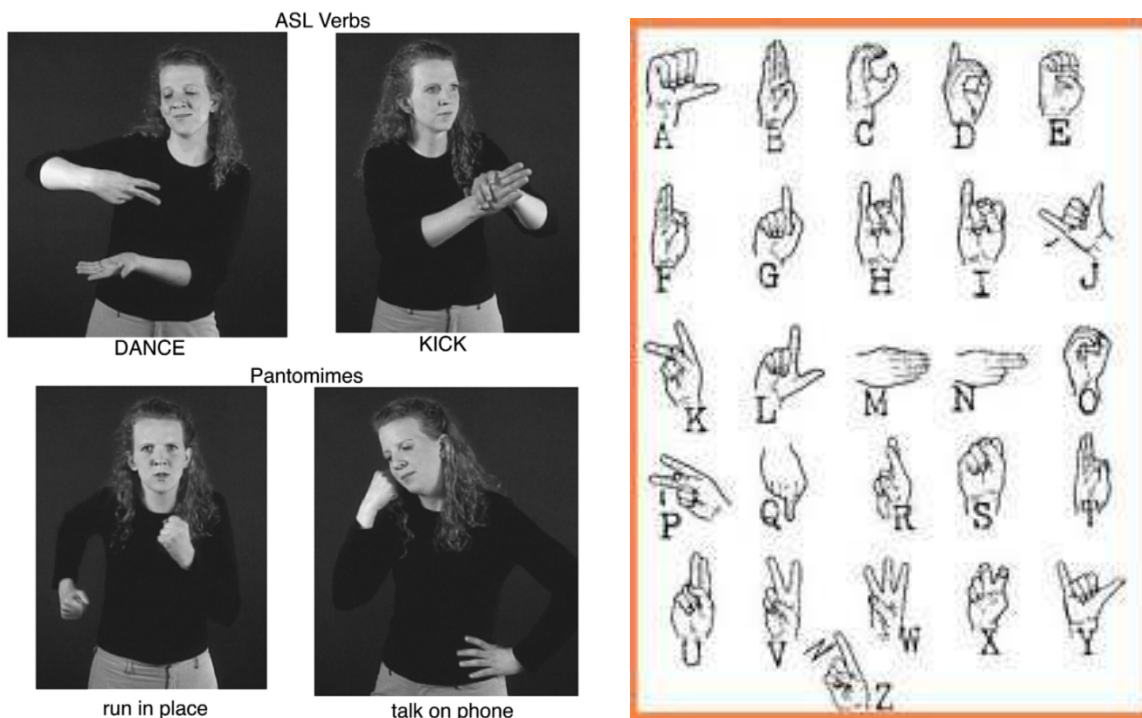


A. Pantomime vs. Fixation



B. ASL verbs vs. Fixation





La controverse : jusqu'à quel point le Système Miroir peut-il rendre compte de l'aptitude spécifiquement linguistique en toutes ses modalités ?

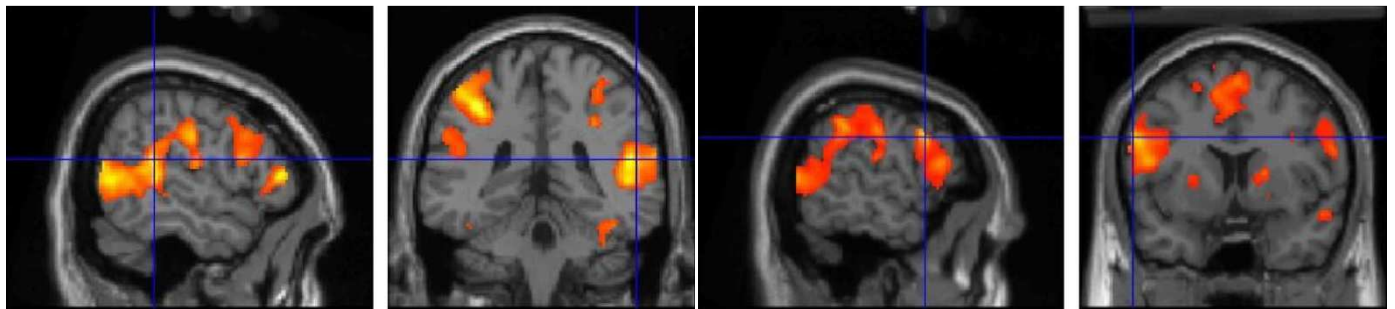
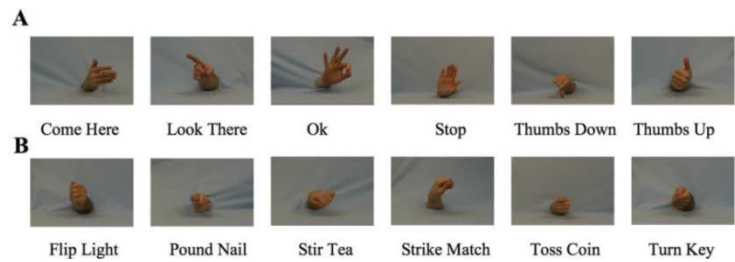
(1) Corina et Knapp, de Seattle (*Cortex* 2006) plaident pour une interprétation élargie du système de couplage observation – exécution pour les actions chez l'homme incluant l'aire de Broca et le gyrus supramarginal plutôt que l'aire de Wernicke. Sauf que la compréhension des signes ne semble pas dépendre de la production (compréhension intacte chez les utilisateurs de LS ayant une lésion frontale). Dissociation également entre aptitudes motrices et production des signes chez les signeurs aphasiques. Dominance du rôle du Cortex Pariétal pour le LS. Malgré tout les chercheurs suggèrent que les LS sont de meilleurs candidats pour un système d'observation-exécution chez l'homme que les langages parlés parce qu'ils présentent des objets de perception visuelle plus directs que les articulations buccales de la parole.

(2) Pour Emmorey et al (*NeuroImage* 2010) : 'No engagement of the mirror neuron system for deaf signers'. fMRI: Perception de la communication manuelle par des signes en ALS pour des verbes d'action comparée à la perception d'actions mimées (douées de signification mais non linguistiques). Chez les sujets normaux non utilisateurs de ASL la perception d'actions mimées (de même que les signes d'ASL) active le SM fronto-pariétal (gyrus frontal inférieur, cortex prémoteur, lobule pariétal inférieur). Mais absence d'activation du SM par la perception des signes ou des gestes mimétiques chez les sourds utilisateurs d'ASL. Les verbes en ASL activent les mêmes régions que les actions mimées chez les sourds : le cortex temporal supérieur droit (+ le gyrus frontal inférieur gauche). Pas de dissociation entre LS et geste. D'où la communication humaine en général ne peut pas dépendre d'une résonance sensori-motrice automatique entre perception et action. La différence entre l'expérience des sourds et celle des normaux en ce qui concerne la communication manuelle (le fait qu'ils doivent fréquemment distinguer les actions linguistiques des non linguistiques) a modifié les systèmes cérébraux qui sous-tendent chez eux la reconnaissance des gestes mimétiques par rapport aux normaux. Réduction du rôle du SM dans la perception passive d'actions de communication. Le SM s'active en revanche pour les tâches actives de jugement sémantique ou de mémorisation des signes. Tandis que pour les normaux le SM s'active également sans tâche particulière. La réduction d'activité du SM imputable à l'automatisation du traitement des signes chez les utilisateurs d'ASL : plasticité cérébrale induite par l'expérience.



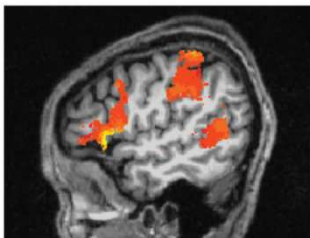
trends in Cognitive Sciences

Fig. 11. A deaf child uses gesture to invite a listener to join him for pretzels. The child first indicates the action, 'eat', and then the actor, 'you' (the third gesture is a repetition of the second, presumably for emphasis). In this instance, the child omitted a gesture for the patient, the pretzels. Note that a typical pattern for English would be 'you eat' rather than 'eat you'.



- 1) Recognition de gestes expressifs (C paracingulaire anté) 2) recogn de gestes instrum. (G frontal inf g & moyen)

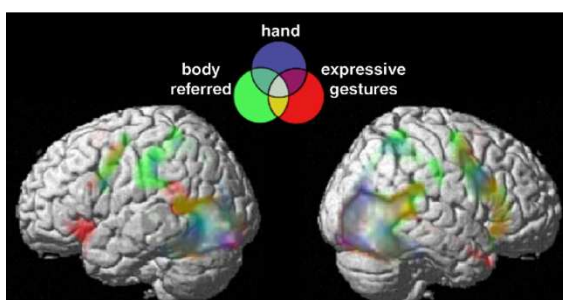
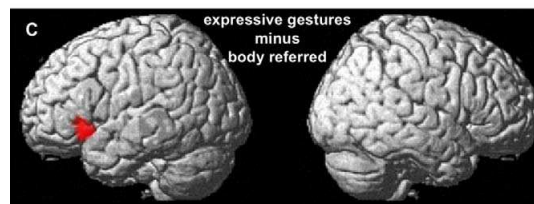
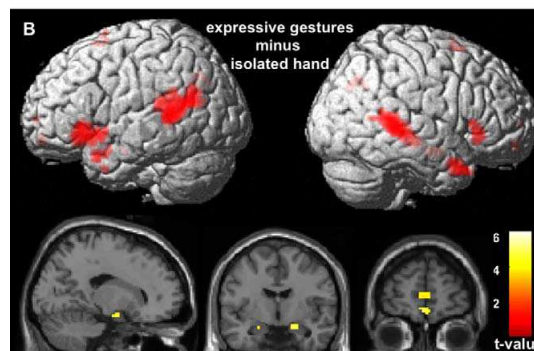
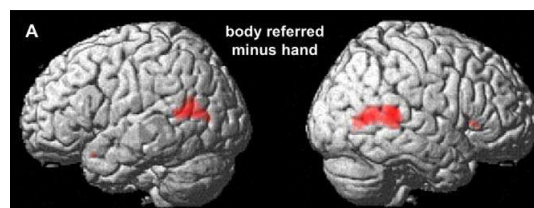
A. Communicative



B. Object-directed



4.2 13.0
t



V. Le système moteur précurseur du langage

1. Le mouvement d'incarnation du langage est associé à l'extension à l'homme de l'hypothèse du système miroir initialement appliquée au cas du singe.
2. Le modèle classique : le système moteur est un système de sortie à l'issue du traitement sensoriel et cognitif des informations externes. L'existence de connexions anatomiques réciproques entre les aires corticales postérieures (pariétale et temporale) et antérieures (frontale) oblige à complexifier le modèle en introduisant une rétroaction du système moteur sur les systèmes sensoriels et une fonction cognitive du système moteur. Chez le singe : différents circuits pariéto-frontaux pour atteindre et saisir et pour le contrôle visuel du mouvement manuel.
3. Dimension cognitive et non seulement effectrice des aires prémotrices : singe – des représentations au voisinage du sillon arqué des buts d'actions et non des mouvements (un même objet peut être saisi avec la droite comme avec la gauche). Le cortex moteur contient un vocabulaire des actions motrices disponibles pour l'animal. Une grille conceptuelle qui donne une signification pour l'animal aux informations externes projetées sur elle par la voie des connexions cortico-corticales pariéto-frontales.
4. Les neurones miroir : un système d'application (*matching*) observation/exécution des actions qui permet de conférer un sens pour l'animal aux mouvements observés des agents extérieurs (des agents conspécifiques ou non : l'expérimentateur). Même profil d'activation des neurones individuels dans les deux conditions. Préférence du neurone pour certaines catégories d'actes appliqués à un objet et non les substituts de ces actes par le mime ou par l'intermédiaire d'un instrument. Capacité de généralisation des NM : ils continuent d'être activés par une action de prise manuelle dont la réalisation par la saisie de l'objet est masquée, mais pas lorsque l'objet-cible est absent. Plurimodalité des NM : non seulement visuo-moteurs mais aussi audio-visuels. Le bruit typique de l'action préférée produit la même activation que cette action.
5. L'hypothèse « Miroir » : les NM rendent possible une application directe (sans inférence cognitive) des actes moteurs observés et de leur but sur les représentations internes « des mêmes actes » dans le système moteur de l'observateur. Cette application directe permet la compréhension des actes en question. Compréhension dissociée de l'imitation par l'intervention d'une inhibition spinale qui bloque l'émission des ordres moteurs vers les muscles en condition d'observation. Ce que la manipulation expérimentale du cortex moteur (stimulation magnétique transcrânienne) peut démontrer en suspendant cette inhibition et en enregistrant les potentiels moteurs évoqués dans les muscles homologues de ceux de l'agent chez l'observateur des mouvements. Ex : l'observation de la saisie manuelle évoque dans les muscles des doigts de l'observateur des potentiels moteurs sans production du mouvement.
6. Mais existe-t-il chez l'homme un système comparable ? Changement de vocabulaire en même temps que de niveau d'observation : on ne parle plus guère de neurones miroir (cellules individuelle à bimodalité d'activation) mais on parle plus volontiers de système miroir. L'imagerie cérébrale ne permet pas de décider si les régions activées dans les deux conditions (observation – exécution) sont peuplées de cellules unimodales entrelacées ou de cellules bimodales. Somatotopie homonculaire (l'homoncule moteur de Penfield) de l'observation des actions dans les aires motrices de l'observateur : on comprend ce qu'on voit faire par application directe sur son propre répertoire moteur.
7. Arguments en faveur de la fonction du système miroir dans le langage : Une prémisse de système de communication est donnée par le programme moteur commun à l'observateur et à l'agent d'une même action ; la compréhension de l'action étrangère se réalise en termes de connaissance pratique personnelle (compréhension en 1^{ère} personne) ; la tendance à l'imitation de l'action observée est une ressource importante dans l'apprentissage du langage par l'enfant ; on peut trouver chez le singe des précurseurs du langage humain dans l'organisation du système moteur et dans le comportement moteur.
8. Chez le singe, le son typique des actions active le vocabulaire moteur et permet à l'animal de retrouver le but visé de l'action entendue mais non visuellement perçue. Cette possibilité d'accéder au vocabulaire moteur par différentes modalités sensorielles est analogue à la plurimodalité de l'accès au contenu sémantique des expressions linguistiques ; dans le langage humain le système d'application directe ne relie plus (ou plus autant) la vue d'une action et l'action propre, mais plutôt le son vocal d'une expression et sa représentation motrice. Chez le singe : les NM ne sont pas limités aux mouvements manuels ou buccaux de prise de nourriture, mais ils comportent aussi des NM pour les gestes de communication oro-faciale (claquement ou protrusion des lèvres). Certains NM appartiennent des gestes

de communication différents (prémice de dialogue ?). Anatomiquement et du point de vue évolutionniste l'aire frontale F5 du singe est l'homologue de l'aire de Broca chez l'homme. Les deux comportent des représentations corticales des mouvements de la main et de la bouche. Les deux contrôlent les articulateurs oro-faciaux.

9. L'aire de Broca est impliquée dans la dotation des expressions d'une structure phonologique : des potentiels moteurs différenciellement évoqués dans la langue par l'audition de mots à consonnes fricatives lingua-palatales vs labio-dentales (*birra/baffo*) plus que par l'audition de pseudo-mots (*berro/ biffo*) (Fadiga). L'aire de Broca impliquée également dans la perception des expressions linguistiques à connotation motrice.

10. Hypothèse : Singe : la planification et le contrôle des actions manuelles et buccales repose sur un couplage direct exécution – compréhension ; une forme primitive de compréhension des gestes de communication étayée sur les mouvements alimentaires. Homme : le système de couplage rend possible en un 1^{er} temps un système de communication gestuel, puis un système de contrôle des articulateurs de la parole et l'application directe des gestes articulatoires sur la sémantique des expressions entendues. Les gestes n'ont pas disparu de la communication humaine. Ils accompagnent la parole et peuvent se substituer à elle (langage des signes des sourds). L'influence persistante de l'action sur la parole peut se démontrer par la mesure de la cinématique des lèvres et du spectre des fréquences du son vocal émis (Gentilucci). Témoins de la dépendance du langage par rapport aux programmes moteurs. L'hypothèse de Rizzolatti – Corballis d'une relève de la communication gestuelle par le langage parlé pourrait être corrigée par l'étude du système de la vocalisation chez le singe. Un système primitivement sous le contrôle des noyaux sous-corticaux de la motivation et des émotions tandis que la vocalisation humaine est volontaire (frontale). Expérimentation en cours avec apprentissage du contrôle volontaire de la vocalisation chez le singe.

VI. De l'action à la parole

1. L'usage du langage pour la communication dépend de la capacité que nous avons d'associer des formes visuelles ou auditives et des programmes moteurs : d'un côté les suites de signes graphiques lus ou les suites de sons vocaux entendus, de l'autre les schèmes articulatoires buccaux de la parole ou les gestes manuels d'un langage des signes. Or, le cerveau peut être décrit comme un organe dédié à la mise en correspondance des stimulations sensorielles afférentes avec les efférences motrices des mouvements musculaires. La reconnaissance et la localisation perceptive des objets précèdent le déplacement de la main. Une correspondance qu'on peut entendre comme extraction ou comme projection d'une information supramodale (sens, catégorie sémantique) dans une expérience à modalité déterminée, c'est-à-dire sensorielle ou motrice. D'interaction entre personnes, la communication par le langage est-elle réductible à une interconnexion entre régions ou réseaux du cerveau ?

2. Des catégories proto-sémantiques dans le système moteur : les neurones 'canoniques'. La cartographie des aires motrices chez le singe a mis en évidence dans l'aire frontale des neurones dont les conditions d'activation ne sont pas étroitement dépendantes des mouvements. Ils sont activés lorsque l'animal accomplit une même action : 'saisir une boulette de nourriture', que ce soit avec la main droite, la main gauche ou la bouche. Mais un même mouvement mettant en jeu les mêmes muscles : 'flexion de l'index' qui les active lors d'une action : 'saisir' ne les activera pas dans une action différente : 'gratter', 'repousser'. On peut les classer en fonction du but de l'action : 'neurones de saisir', 'de tenir', 'de déchirer', 'de manipuler'. Les types d'actions se subdivisent en fonction du mode de préhension : 'prise de précision' entre le pouce et l'index, 'à pleine main', 'avec les doigts'. Des neurones sélectifs pour un certain mode de préhension manifestent aussi une sélectivité visuelle pour les objets à la forme desquels cette préhension convient : 'anneau'. Grâce à ce mécanisme l'objet perçu revêt un sens pour l'animal en tant qu'objet saisissable avec une certaine prise manuelle. Les neurones ne réagissent pas simplement au stimulus comme tel, c'est-à-dire à sa forme visuelle, mais à la signification qu'il a pour l'agent. Or, 'réagir à une signification' veut dire comprendre : une compréhension pragmatique précurseur d'interprétation sémantique ?

3. La bimodalité des neurones 'miroir' (NM) pour les actions observées ou exécutées. On a découvert dans les aires frontales (puis pariétales) un groupe de neurones qui réagissent (1) quand l'animal accomplit une action d'un certain type : 'saisir un aliment' ; (2) quand il observe un autre individu (l'expérimentateur ou un congénère) accomplir une action du même type. Ces neurones ne réagissent pas à la présentation visuelle des objets, ni à des gestes intransitifs, mais plutôt à une interaction entre la main ou la bouche de l'agent et l'objet. On les classe en fonction de l'action observée : 'neurones de saisir', 'de tenir', 'de manipuler', 'de déposer sur un support', 'de prendre des deux mains'. La congruence entre l'action observée (AO) et l'action exécutée (AE) peut être stricte : l'expérimentateur tord en sens contraire un raisin sec → le neurone enregistré décharge pour le mouvement dans une

seule direction. La congruence AO – AE peut être généralisée à des actions logiquement liées entre elles : ‘déposer’ – ‘saisir’. Des NM du lobe pariétal sont activés de façon différentielle par une action en fonction du but visé : prendre de la nourriture pour la mettre dans sa bouche – ou pour la placer dans un récipient. Dès le départ de l’action observée ces NM anticipent le but, comme s’ils lisaient l’intention de l’agent. Des NM sont activés par des mouvements de la bouche à fonction d’ingestion ou de communication ou à fonction mixte : ‘protrusion labiale’, ‘protrusion de la langue’, ‘claquement des lèvres’, ‘grincement des dents’ (toilette). Les NM ne sont pas des neurones préparatoires à l’action : leur activation sous-tend la reconnaissance de la signification (comme type d’action) des événements moteurs observés sur la base du répertoire moteur de l’observateur et de sa mise en résonance avec celui de l’agent (di Pellegrino et al. *Exp. Brain Res.* 1992). Une compréhension par la connaissance pratique.

4. L’hypothèse de Rizzolatti-Arbib : un passage de l’action à la communication. Dans un article de *Trends in Neuroscience* : Language within our grasp (1998) Giacomo Rizzolatti et Michael Arbib proposent que le système miroir chez l’homme est une condition neurale nécessaire pour le développement de la parole. La parole est définie comme usage du langage pour l’émission de messages avec une intention de communication explicite. De la communication explicite est distinguée une ‘communication’ implicite, c’est-à-dire involontaire et dépourvue de l’intention de communiquer. Ex : « Nous comprenons quand un individu attaque un autre individu ou quand un individu mange pacifiquement une pomme. » Le système miroir est un mécanisme de reconnaissance des actions et intentions d’autrui. Cette reconnaissance dépendrait de la similarité entre le patron d’activation évoqué par l’observation d’actions dans les aires prémotrices du cerveau de l’observateur et le patron d’activation évoqué par la production d’action dans les mêmes régions de son cerveau. Cette similarité équivaldrait à un encodage grammatical des syntagmes verbaux : ‘Prendre (Agent, Objet)’. Normalement, le débouché de cette activité neurale vers le mouvement est bloqué par une inhibition des motoneurones de la moelle épinière. Mais le contrôle moteur peut laisser passer ‘un préfixe du mouvement’ dont la perception par l’agent entraînera sa reconnaissance d’une intention chez l’observateur. L’observateur à son tour remarquera l’effet produit par sa réaction sur l’agent et en retirera une incitation à renforcer son contrôle moteur en vue d’une communication volontaire et intentionnelle. Cette hypothèse de l’extension du mécanisme associant observation et exécution d’actions est une alternative plus parcimonieuse à l’hypothèse de Chomsky, l’internalisation d’un système cognitif de haut niveau (Grammaire Universelle). L’hypothèse de Rizzolatti-Arbib comporte deux parties : (1) une partie spéculative – invérifiable – sur les origines de la communication linguistique dans les mouvements buccaux d’ingestion chez le primate préhominien. (2) Une partie empirique et prédictive : au lieu que la parole demande la médiation d’un système cognitif entre sons vocaux perçus et mouvements articulatoires, il suffit d’une résonance immédiate perceptivo-motrice. Preuves :

5. Influence de la perception d’action sur la parole :

a) Maurizio Gentilucci et al., du groupe de Parme, ont demandé à des sujets de prononcer une syllabe (‘BA’) tout en saisissant (*J. Neuro-physiol.* 2001) ou en observant une main saisir (*Euro. J. Neurosc.* 2003) des parallélépipèdes de tailles inégales avec la syllabe imprimée sur leur face visible. L’ouverture des lèvres et l’amplitude de l’émission vocale sont plus grandes lors de (l’observation de) la saisie de l’objet ‘grand’ que de l’objet ‘petit’. L’action de préhension manuelle exécutée ou observée prépare une saisie avec la bouche qui explique l’influence sur la prononciation. Probable substrat neural commun pour le contrôle moteur du geste manuel et pour la parole.

b) Lisa Aziz-Zadeh et al. de Berkeley (*Current Biology* 2006) ont montré en fMRI une congruence des cartes d’activation corrélatives de l’observation de vidéos d’une bouche mordant un fruit, d’une main prenant des ciseaux ou d’un pied appuyant sur une pédale et des cartes d’activation associées à la lecture de phrases d’actions relatives à la bouche (‘biting the peach’) à la main (‘grasping the scissors’) ou au pied (‘pressing the brake’). La localisation à gauche du foyer commun suggère l’activation directe des représentations motrices par la lecture des phrases d’action sans médiation par l’imagerie motrice (bilatérale). Rôle des représentations motrices dans le traitement conceptuel du langage relatif à des actions.

6. Influence motrice de la perception de la parole :

a) Luciano Fadiga et al. (*Euro. J. Neurosc.* 2002) ont enregistré les potentiels moteurs évoqués (MEP) dans les muscles de la langue des sujets lors de l’audition passive de mots ou de pseudo-mots à consonnes fricatives lingua-palatales : ‘rr’ (*birra, carro, ferro*). Simultanément, une impulsion magnétique transcrânienne (TMS) de la représentation somatomotrice de la langue dans le cortex gauche révèle des potentiels subliminaux. Un accroissement des MEP de la langue met en évidence le fait d’une facilitation des mouvements articulatoires : (1) par les traits

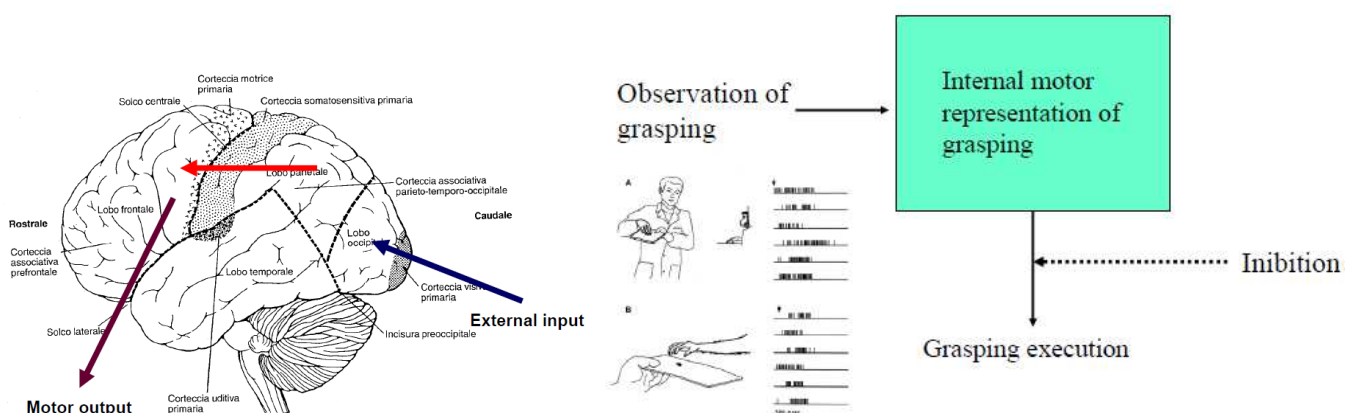
phonologiques des sons vocaux, (2) par les propriétés sémantiques des mots. La compréhension de la parole repose sur l'activation des mouvements articulatoires de l'auditeur par les sons vocaux entendus et sur l'identité du répertoire moteur du locuteur et de l'auditeur.

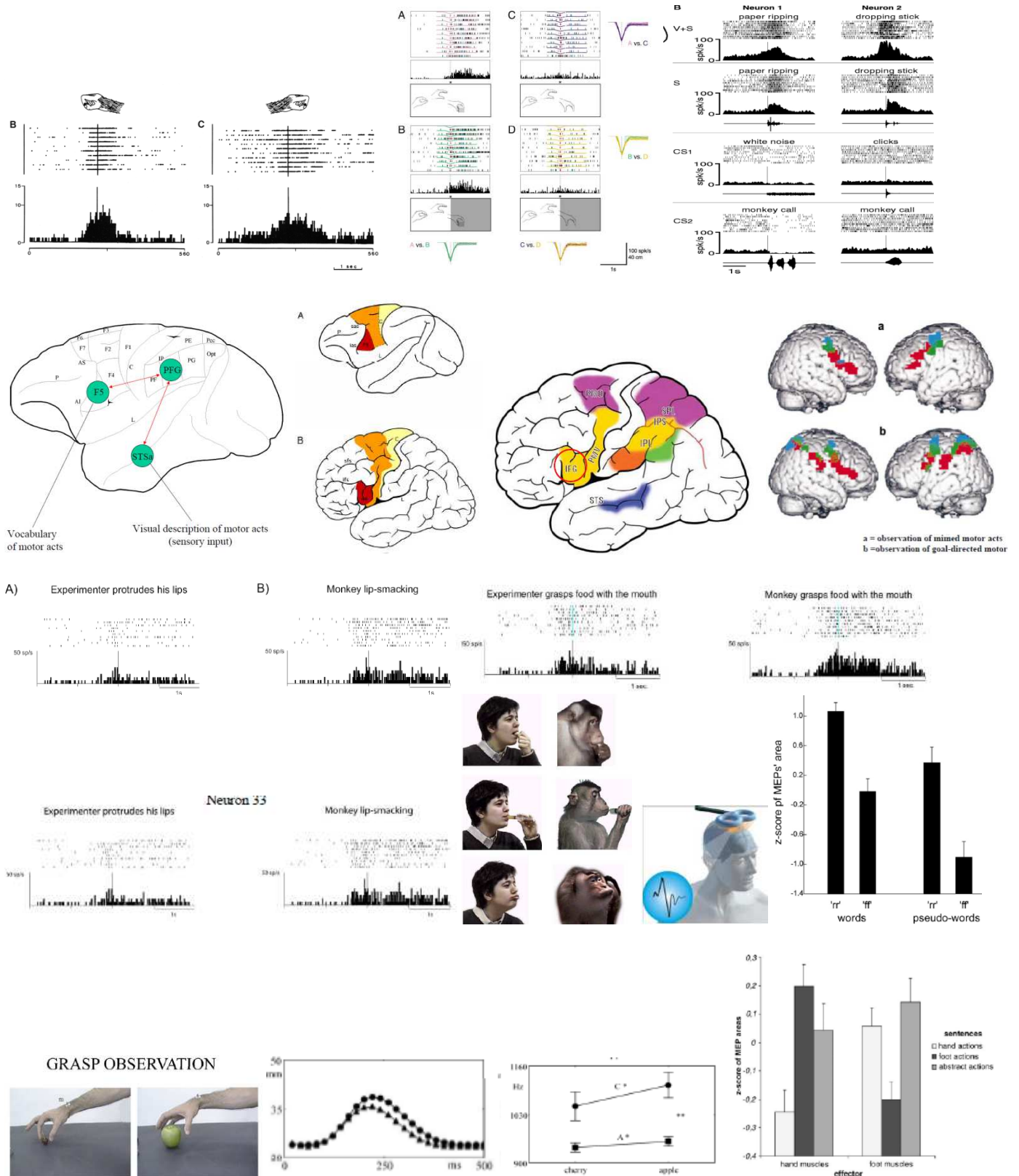
b) K.E. Watkins et al., Univ. McGill, Montréal (*Neuropsychologia* 2003) ont enregistré les MEP du muscle des lèvres (*orbicularis oris*) révélés par TMS appliquée à l'aire motrice du visage, hémisphère gauche. Ils observent un accroissement des MEP (1) pendant l'audition de paroles (et non de cloches ou de coups de feu) ; (2) pendant l'observation des mouvements de lèvres de la parole (et non de mouvements des yeux). La perception des paroles a une résonance motrice qui favorise l'imitation, la reconnaissance et la compréhension.

c) Stephen Wilson et al., de l'UCLA (*Nature Neurosc.* 2004) ont montré en fMRI la superposition des aires activées dans le cortex prémoteur des deux hémisphères par l'audition passive de sons vocaux monosyllabiques et par la production des mêmes syllabes. La perception de la parole implique le système moteur pour l'accès aux propriétés articulatoires des phonèmes.

d) G. Buccino et al., du groupe de Parme (*Cogn. Brain Res.* 2005) ont trouvé que l'audition de phrases relatives à des actions manuelles ou du pied : '*Girava la chiave*'/'*Calciava la palla*' induit une modulation d'amplitude différentielle des MEP des muscles de la main (*opponens pollicis*) ou du pied (*tibialis anterior*) évoqués par TMS des représentations motrices corticales. Cette modulation est décroissante parce que la compréhension des phrases d'action implique une simulation interne qui inhibe le programme moteur des muscles recrutés par les actions.

8. Conclusion : Les phénomènes de résonance sensori-motrice associés à la parole peuvent s'interpréter de façon charitable ou de façon parcimonieuse. Dans une interprétation charitable on estimera suffisantes les preuves que ces phénomènes apportent à l'hypothèse de Rizzolatti-Arbib. Dans une interprétation parcimonieuse (rasoir d'Occam) on s'en tiendra au fait que ces phénomènes ne concernent que les régions ou circuits intracérébraux d'un individu isolé. En toute rigueur, s'il y a une résonance, elle ne concerne pas les répertoires moteurs respectifs de l'agent et de l'observateur, mais plutôt les modalités perceptive et motrice d'activation des neurones miroir chez le singe ou les réseaux perceptifs et moteurs chez l'homme, plus précisément chez l'individu humain isolé. Ce qui n'est pas un fondement suffisant pour une hypothèse sur les origines de la communication. Toutes sortes d'influences perceptives et de stimulations motrices à l'imitation ou à la simulation interne peuvent s'exercer entre les individus sans qu'il y ait communication au sens usuel du terme. C'est-à-dire une action volontairement dirigée vers autrui dans l'intention réflexive qu'autrui reconnaisse cette intention. Une action à laquelle revient essentiellement la dimension sociale et non individuelle qu'on trouve dans les « actes de langage ». Une communication automatique, involontaire et non intentionnelle : il n'existe rien de tel. Le programme scientifique dérivant la communication linguistique de la résonance motrice revient à une forme de réductionnisme cérébral. Une forme aggravée par rapport au solipsisme cognitif du cerveau enfermé dans ses représentations dans la mesure où elle lui retire la dimension cognitive.





VII. La controverse autour du gène grammatical

Deux approches possibles de la question des origines : soit on est impressionné par la différence entre l'avant et l'après ; soit on est sensible à la longueur de l'intervalle et au fait qu'une somme de changements imperceptibles peut donner une différence majeure. L'opposition n'est pas entre « obscurantisme créationniste » et « évolutionnisme scientifique ». On n'a jamais réussi à apprendre à des chimpanzés qu'un protolangage sans grammaire. Il y a un préjugé pour la linéarité comme il y en a un pour la discontinuité. Les récits d'origines des mythologies témoignent de l'embarras de la raison devant la spécificité du langage chez l'homme. L'alternative a longtemps été entre se placer dans le secret de dieu et s'abstenir de toute spéculation, au risque de se condamner à une myopie positiviste : « La Société Linguistique de Paris n'admet « aucune communication concernant l'origine du langage (Art. 2) ».

1. L'idée d'un organe du langage :

a) Longtemps aussi étrangère à la linguistique que « la bosse des maths » est étrangère aux mathématiques. La science du langage s'intéresse aux formes verbales attestées dans l'usage en contexte. Sa tâche s'arrête à la formulation des règles régissant ces formes. La conformation du cerveau qui fait qu'elles se trouvent être praticables pour l'homme, non pour le primate, ne l'intéresse pas :

« Aucune supposition ne me paraît plus naturelle que celle qu'à l'association ou à la pensée aucun processus dans le cerveau n'est coordonné ; de sorte qu'il serait impossible de lire dans des processus cérébraux des processus de pensée. Je veux dire que lorsque je parle, j'admets qu'il sort de mon cerveau un système d'impulsions coordonné à mes pensées parlées ou écrites. Mais, pourquoi ce système se continuerait-il en direction centrale ? Pourquoi cet ordre ne devrait-il pas surgir, pour ainsi dire, du chaos ? (Wittgenstein, *Zettel* §. 608) »

b) « Organe du langage » : une notion pour neurologues et anatomistes. 1861 : Paul Broca repère une lésion de l'hémisphère gauche sur le bord antérieur de la scissure de Sylvius dans le cerveau des malades aphasiques moteurs. 1874 : Karl Wernicke repère une lésion dans le gyrus temporal entre les aires auditives, somato-sensorielles et visuelles chez des malades aphasiques sensoriels.

c) « Organe du langage » introduit en théorie linguistique dans la polémique entre l'hypothèse innéiste de Chomsky et la théorie de l'apprentissage behavioriste (Skinner). Les grammaires formelles qui décrivent les caractéristiques structurales des langues révèlent des constantes universelles. Leur existence renvoie à des contraintes de la structure cognitive de la faculté de langage propre à l'homme :

Ex : la dépendance des règles par rapport à la structure de la phrase: “*The man who is tall is in the room—is the man who is tall in the room ?*”— “*The man who is tall is in the room—is the man who tall is in the room?*”*

2. Au croisement de la génétique et de la grammaire :

a) Le « handicap linguistique spécifique » de la famille anglaise KE suivie sur 3 générations par le linguiste Myrna Gopnik. Parole non fluente ni spontanée mais réticente et pénible. Erreurs dans l'emploi des pronoms, du pluriel et du passé.

“*The boys eat four cookie*” ; “*Carol is cry in the church*”. “*This is a wug—Now there are two of them: there are two (???)*”

Un handicap héréditaire : la grand-mère, 4 sur 5 de ses enfants, 11 sur 23 des enfants de ces 4. Si un jumeau l'a, l'autre également. Les généticiens diagnostiquent une mutation d'un gène responsable de la construction du circuit neuronal du traitement grammatical : FOXP2 (*forkhead box P2*) sur le chromosome 7.

b) Pas un gène de la grammaire, mais un événement dans une cascade qui a conduit à la construction du circuit dont dépend la grammaire : un fusible qui saute arrête la machine même s'il ne la contrôle pas. Controverse sur les tests : déficit morphologique, syntaxique, phonologique, articulatoire, moteur...

3. Au carrefour de la paléontologie et de la linguistique :

Des théoriciens de l'évolution attribuent à la mutation (« récente ») de ce gène sous sa forme normale un rôle dans l'évolution qui a conduit *Homo sapiens* à un usage autonome de la parole par rapport aux gestes manuels et faciaux. Le handicap de la famille KE serait un vestige d'une parole archaïque encore impropre à la communication. Cette évolution aurait libéré les mains pour le maniement des outils, rendant possible le progrès technique et culturel de l'homme moderne. -170.000 ans : *Homo sapiens* ; -100.000 : FOXP2 ; -50.000 : Europe.

Steven Pinker a caractérisé le gène grammatical : 'des morceaux d'ADN codant les protéines du cerveau qui guident, attirent ou recollent les neurones en réseaux, lesquels sont nécessaires, conjointement avec la synchronisation synaptique par l'apprentissage, pour résoudre un problème grammatical (choix d'affixe ou de mot)' (*The language instinct* 1994). La distribution statistique du déficit observé qui évoque celle des caractères des pois de Mendel a convaincu Pinker de l'existence d'un gène grammatical 'dont les effets sont spécifiques du développement des circuits sous-jacents à des parties de la grammaire'.

Le gène mutant a été isolé : 'Forkhead box P2' (FOXP2) situé sur le chromosome 7 (F.E. Fisher et al, *Nature Genetics* 1998). FOXP2 a été séquencé chez l'homme, mais aussi chez les primates. Sa fixation récente dans l'évolution aurait été décisive pour l'efficacité du langage parlé comme instrument pour la communication et de là pour l'expansion de *homo sapiens*. La parole dans la famille K remonterait au niveau de performance antérieur à la mutation de FOXP2 et à l'émancipation de la parole par rapport au geste manuel. Un événement que Michael Corballis, d'Auckland, situe en Afrique il y a 100.000 ans (*Psychological Review* 2004).

5. **Réserves sceptiques :**

L'enthousiasme initial avait dissimulé le fait que le déficit de la famille K n'est pas spécifique de la syntaxe mais qu'il est principalement articulatoire et phonologique, peut-être aussi cognitif. Bien que les généticiens sachent que la relation entre un gène et un phénotype complexe comme le langage est nécessairement indirecte, ils ont cédé à la tentation de lui prêter l'univocité d'une causalité explicative. Depuis, on a retrouvé FOXP2 dans le génome des oiseaux chanteurs et des chauves-souris (écholocation). Enfin, la marge d'erreur (entre 200.000 ans et le présent !) sur la date de la mutation grève d'un arbitraire définitif ses interprétations par rapport aux étapes de l'hominisation.