

JOINDRE LE GESTE À LA PAROLE : LES LIENS ENTRE LA PAROLE ET LES GESTES CO-VERBAUX

Angela Di Pastena, Loris Tamara Schiaratura et Françoise Askevis-Leherpeux

NecPlus | « L'Année psychologique »

2015/3 Vol. 115 | pages 463 à 493

ISSN 0003-5033

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-l-annee-psychologique1-2015-3-page-463.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour NecPlus.

© NecPlus. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Joindre le geste à la parole : les liens entre la parole et les gestes co-verbaux

Angela Di Pastena^{*}, Loris Tamara Schiaratura et
Françoise Askevis-Leherpeux

Laboratoire PSITEC, Université Lille Nord de France – UDL3, France

RÉSUMÉ

La nature des liens entre la parole et les gestes co-verbaux est depuis longtemps étudiée sans qu'un réel consensus n'apparaisse. Nous passons en revue et discutons l'ensemble des approches s'étant interrogées sur la question. Il en ressort que, contrairement au point de vue défendu par McNeill (2005), les interactions entre les deux modalités ne se manifestent pas uniquement au sein d'un système de communication global. Elles peuvent également se produire au moment de la planification ou de l'exécution motrice du comportement de communication, et peuvent être facilitatrices ou compétitives (Feyereisen, 2007). Nous discutons les implications pour une prise en charge plus efficace des patients souffrant de troubles du langage, tels que les patients aphasiques ou atteints de la maladie d'Alzheimer.

Talking and gesturing:

Relationships between spoken language and coverbal gesture

ABSTRACT

The issue of the relationship between speech and co-verbal gestures has been the object of numerous studies without any consensus being reached. This paper investigates current and past approaches with regards to this issue. It appears that, contrary to McNeill's point of view (2005), interactions between language and co-verbal gestures do not occur solely within the global communication system. Indeed, such interactions can also occur during motor planification and execution of communicative behaviors, and can lead to either facilitation or competition between both modes of communication (Feyereisen, 2007). We discuss the implications for more effective management of patients with language disorders, such as aphasia or patients with Alzheimer's disease.

^{*}Correspondance: Angela Di Pastena, Laboratoire PSITEC, Université Lille Nord de France – UDL3, Domaine Universitaire du Pont de Bois, 59653 Villeneuve d'Ascq Cedex, France. E-mail : angela.dipastena@univ-lille3.fr

1. INTRODUCTION

La communication interpersonnelle repose sur un échange dynamique de pensées et de sentiments qui se fait à l'aide de mots mais aussi du regard, des expressions faciales, de la posture et de gestes impliquant un mouvement des membres supérieurs (Argyle, 1975 ; Corraze, 1980 ; Kendon, 2004). Les mouvements des bras et des mains entretiennent une relation privilégiée avec le discours. Ils sont alors qualifiés de co-verbaux et ont une double fonction, à la fois sémantique et pragmatique. D'une part, ils contribuent, en relation avec les mots, à la construction et à la transmission des significations (McNeill, 1992, 2000). Ils apportent des idées complémentaires à celles évoquées par le discours (Kendon, 1986, 2004), et favorisent la production du discours en facilitant l'accès au lexique (Butterworth & Hadar, 1989 ; Hadar & Butterworth, 1997 ; Krauss, Chen, & Gottesman, 2000). Ils participent à l'effort de verbalisation du locuteur en redondance ou en complémentarité avec l'expression verbale ou en compensant un déficit verbal (Feyereisen, 1997). Mais ils participent également à la régulation de l'interaction et de l'échange verbal (Duncan, 1972). Ils jouent un rôle de signe pour le partenaire et favorisent la compréhension du message (Beattie & Shovelton, 1999).

L'objectif de ce texte est de faire le point sur les travaux concernant la nature des liens entre la parole et les gestes co-verbaux. Loin d'être une revue exhaustive, il se propose de présenter et d'alimenter un débat initié dans les années 1980 par McNeill, psycholinguiste (McNeill, 1985, 1987, 2005 ; McNeill & Duncan, 2000) et plusieurs neuropsychologues (Butterworth & Hadar, 1989 ; Feyereisen, 1987, 1997 ; Feyereisen & De Lannoy, 1991), et qui n'a depuis cessé d'être d'actualité (Wagner, Malisz, & Kopp, 2014). Progresser dans ce débat aux enjeux thérapeutiques majeurs suppose de tenir compte de la fonction des différents types de gestes co-verbaux et de considérer l'ensemble des approches s'étant interrogées sur leur lien avec la parole.

1.1. Les différents types de gestes co-verbaux

Les classifications gestuelles sont nombreuses et dépendent principalement des critères de fonctionnalité attribués aux gestes dans le processus de communication. La taxonomie retenue ici s'appuie à la fois sur celle élaborée par Rimé & Schiaratura (1991) et celle utilisée dans les travaux de McNeill (1992). Elle est d'abord fondée sur la distinction entre les gestes non représentationnels consistant en mouvements simples et rapides



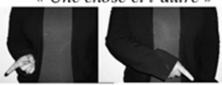

Type de gestes		Description	Exemple
Représentationnels	Déictiques	Pointage vers un objet ou une personne (présent ou absent) ou dans une direction	« Par ici » 
	Iconiques	Illustration d'un contenu verbal concret du discours	« Une boule » 
	Métaphoriques	Illustration d'un aspect abstrait du discours	« Une chose et l'autre » 
Non représentationnels	Marqueurs de discours (ou battements)	Mouvements simples et rapides d'accentuation rythmant le discours	

Figure 1. Classification des différents types de gestes co-verbaux (à partir de Rimé & Schiaratura, 1991, et de McNeill, 1992, 2000).

d'accentuation qui rythment le discours (gestes marqueurs de discours ou battements), et les gestes représentationnels se référant directement au contenu du discours. De plus, les gestes représentationnels peuvent être déictiques (gestes de pointage), iconiques (gestes illustrant un contenu verbal concret) ou métaphoriques (gestes illustrant des aspects abstraits du discours)¹.

1.2. Une absence de consensus

La question des liens entre la parole et les gestes co-verbaux a fait l'objet de nombreux travaux sans qu'apparaisse de consensus concernant le niveau d'interaction entre ces deux canaux de communication.

Une première conception, soutenue principalement par McNeill (1985, 1987, 2000, 2005), puis par Goldin-Meadow (2003, 2010), part du constat

¹ Les gestes symboliques et les gestes mimes d'action ne sont pas étudiés dans cet article puisqu'ils peuvent être compris en dehors de tout langage verbal.

que les gestes apparaissent en co-activité avec la parole. Dans un premier temps, McNeill (1985) envisage que la parole et les gestes soient connectés à un niveau conceptuel profond où se forme la structure propositionnelle du message et les interactions entre les deux systèmes sont similaires pour tout type de geste. Les deux modalités verbale et non verbale y entrent en interaction pour se séparer ensuite en deux voies de sorties indépendantes qui sous-tendent les mécanismes du contrôle moteur de la main et de la bouche. Par la suite, McNeill reformule sa conception en introduisant la notion de *Growth Point* qui exclut la notion de stade ou de niveau (McNeill & Duncan, 2000). Ce *Growth Point* serait le point de départ de tout énoncé, une unité minimale qui combinerait des composantes d'imagerie et des composantes linguistiques dans une dialectique réciproque. Mais l'idée reste que les gestes et la parole sont activés ensemble et apparaissent simultanément. En conséquence, en cas d'atteinte neurologique, une atteinte de la parole irait de pair avec une détérioration des gestes co-verbaux, les deux reflétant ainsi un trouble global de la communication. Ce type de modèle, qui envisage un seul système de communication, lie donc le geste à la parole et non à l'action comme peuvent le soutenir d'autres modèles (Bernardis & Gentilucci, 2006 ; Hostetter & Alibali, 2008 ; Kendon, 2004). Il en résulte que la parole et les gestes co-verbaux, manifestations co-expressives d'un même système intégré, impliquent des processus communs sous-tendus par des substrats neuroanatomiques similaires, notamment les neurones miroirs situés dans une zone impliquant principalement l'aire de Broca (Dick, Goldin-Meadow, Hasson, Skipper, & Small, 2009 ; Willems & Hagoort, 2007).

D'autres modèles, dans la lignée de celui de Levelt (1989), soutiennent plutôt l'idée que deux systèmes, voire deux modes de communication, l'un verbal et l'autre non verbal, interviennent dans la production communicative (De Ruiter, 2000 ; Feyereisen, 1987 ; Feyereisen & De Lannoy, 1991 ; Kita & Özyürek, 2003 ; Krauss, Chen, & Gottesman, 2000). La parole et les gestes peuvent interagir à l'étape de production du discours liée à la conceptualisation (Kita & Özyürek, 2003). On observe par exemple que le nombre de gestes accompagnant la description d'objets physiques augmente avec la complexité de la tâche. Les interactions peuvent aussi se manifester au niveau de la planification et/ou de la réalisation motrice du message. Ainsi, et en accord avec la notion de « structure de coordination » (Kelso, Tuller, & Harris, 1983), elles peuvent se produire lors du contrôle moteur du langage articulé et du geste impliqué dans la génération des formes de surface de l'énoncé. C'est par exemple le cas des gestes marqueurs qui sont liés aux caractéristiques prosodiques de l'émission verbale ou encore du lien entre l'intensité du signal verbal et l'amplitude gestuelle.

Lorsque les interactions ont lieu pendant la formulation et l'articulation du message, les gestes pourraient ainsi avoir une fonction facilitatrice d'accès au lexique (Butterworth & Hadar, 1989 ; Hadar, Wenkert-Olenik, Krauss, & Soroker, 1998 ; Hadar & Yadlin-Gedassy, 1994).

Mais ces interactions peuvent également être compétitives, notamment en cas de limitation des ressources cognitives lors d'atteinte neurologique (Feyereisen, 1997 ; Feyereisen, 2007 ; Melinger & Levelt, 2004). Cette hypothèse part du constat que les personnes qui parlent ne produisent pas toujours de gestes et que les gestes peuvent également apparaître sans parole. Dans ce cas, les gestes peuvent empêcher ou retarder le processus d'expression verbale de la pensée. Cette compétition entre les deux modalités, mises en évidence par la comparaison de tâches unies et bimodales, pourrait se faire dans les stades initiaux de la formulation de la phrase ou au niveau de la planification motrice. Si un mot n'est pas disponible, le geste peut le remplacer, par exemple quand le mot est « sur le bout de la langue ». Ainsi, l'incapacité momentanée à trouver le mot activerait la production d'un geste, par exemple celui du pédalage en remplacement du mot « vélo ». Cette utilisation du geste comme modalité de communication alternative est ce que Feyereisen (Feyereisen & de Lannoy, 1991 ; Feyereisen, Berrewaerts, & Hupet, 2007) nomme la compensation.

En résumé, et contrairement à l'approche développée par McNeill, ces différents modèles envisagent deux systèmes de communication, l'un verbal et l'autre non verbal, pouvant interagir de manière facilitatrice (l'apparition de l'un favorise l'apparition de l'autre) ou compétitive (l'apparition de l'un bloque ou retarde l'apparition de l'autre).

1.3. Enjeux thérapeutiques

L'intérêt de cette controverse, accrue par son ancrage dans des domaines distincts, n'est pas seulement fondamental. Les enjeux sont aussi d'ordre thérapeutique, en particulier pour la prise en charge de patients cérébro-lésés, qu'ils soient aphasiques ou atteints de troubles neurodégénératifs. Par exemple, on sait que les personnes atteintes d'une maladie d'Alzheimer présentent progressivement, outre une atteinte mnésique, une incapacité à utiliser le langage verbal. L'aspect linguistique des troubles dans la maladie d'Alzheimer a été largement étudié. Aux stades débutants, alors que les capacités de compréhension sont préservées, apparaît un déficit des composantes lexico-sémantiques se traduisant par exemple par des difficultés à trouver le mot adéquat et par l'apparition de mots vides (« truc », « machin »). Progressivement, la dégradation lexico-sémantique devient de plus en plus importante, avec, notamment, une augmentation

de paraphrasies sémantiques (par exemple « citron » pour « orange »). Elle s'accompagne d'un manque de cohérence du discours et de répétitions inappropriées des mêmes propos (persévérations, écholalie), le tout associé à des troubles de la compréhension orale comme écrite. Dans les phases les plus sévères de la maladie, les patients font preuve de jargon (discours peu intelligible) ou de mutisme (discours impossible) associés à une compréhension réduite voire nulle (Tran *et al.*, 2012). Cependant, rares sont les études qui s'intéressent à l'échange d'un message non verbal dans une situation de communication interpersonnelle (Schiaratura, 2008, 2013). Il est alors essentiel d'examiner 1. si la communication non verbale se maintient indépendamment de ces difficultés verbales, 2. si les gestes facilitent l'accès au lexique (Butterworth & Hadar, 1989 ; Hadar, Wenkert-Olenik, Krauss, & Srooker, 1998 ; Hadar & Yadlin-Gedassy, 1994 ; Krauss, Chen, & Gottesman, 2000) ou encore 3. si, en cas d'indisponibilité du mot, il peut y avoir compensation par les comportements non verbaux, ce qui permettrait de maintenir la communication avec l'entourage le plus longtemps possible.

1.4. Une approche multi-facette

Faire progresser le débat implique de considérer l'éventail des approches traitant des rapports entre la parole et les gestes co-verbaux et de les confronter. La revue proposée ici envisage ainsi les approches phylogénétiques et développementales pour ensuite se tourner vers l'adulte sain ou atteint de troubles neurologiques.

Même si les travaux répertoriés ne se réfèrent pas toujours explicitement aux modèles disponibles, il ressort que l'approche phylogénétique, en défendant l'idée que le langage articulé découle d'un système communicationnel gestuel, plaide en faveur de l'existence chez l'homme d'un système communicationnel commun aux deux registres. Cependant, les travaux menés sur l'être humain, allant de la petite enfance jusqu'aux troubles neurodégénératifs liés au vieillissement, sont plus partagés.

2. ORIGINE PHYLOGÉNÉTIQUE²

Les premiers intérêts pour les liens entre la parole et les gestes concernent la question de l'origine du langage. L'idée d'une évolution du langage par

²Dans cette partie, le mot geste fait référence aux gestes communicatifs qui sont distincts des mouvements ou actions pour la saisie ou la manipulation d'objets.

les gestes a d'abord été discutée par des philosophes dès le XVIII^e siècle (Condillac, 1746 ; Vico, 1744) puis reprise dans les travaux de Darwin (1874) qui écrivait *I cannot doubt that language owes its origins to the imitation and modification of various natural sounds, and man's own distinctive cries, aided by signs and gestures* (pp. 89-90). On retrouve ce point de vue dans la théorie de l'origine gestuelle du langage (Hewes, 1973) selon laquelle le geste précède phylogénétiquement la parole et ne découle pas d'une évolution des vocalisations. D'autres approches envisagent plutôt une origine multimodale du langage (Leavens, Russell, & Hopkins, 2009 ; Schel, Townsend, Machanda, Zuberbühler, & Slocombe, 2013). Cette hypothèse de l'origine gestuelle du langage, bien que controversée (voir par exemple McNeill, Bertenthal, Cole, & Gallagher, 2005 ou encore Stout & Chaminade, 2012), est relayée par plusieurs champs disciplinaires tels que la psychologie, la linguistique ou encore les neurosciences.

Corballis (2002, 2009) avance l'idée que le langage parlé s'est développé à partir d'un répertoire de gestes et de mouvements manuels de saisie d'objets, idée notamment étayée par l'étude de l'utilisation de l'outil chez les primates (pour une revue, voir Iriki & Taoka, 2011 ; Steele, Ferrari, & Fogassi, 2012). Il s'appuie sur les arguments suivants : 1. l'hémisphère gauche contrôle à la fois le langage et les mouvements manuels de saisie d'objets (Gentilucci & Dalla Volta, 2008) ; 2. la langue des signes est une langue totalement « syntaxique », les signes sont associés et hiérarchisés pour constituer des phrases et répondent à des règles grammaticales similaires à celles du langage articulé (Emmorey, 2002) ; 3. les grands singes sont capables d'apprendre une certaine forme de langage des signes (chez les chimpanzés : Gardner & Gardner, 1969 ; les gorilles : Patterson, 1978 ; les orangs-outans : Miles, 1990), mais sont incapables d'apprendre à parler (Pinker, 1999) et 4. les êtres humains parlent en produisant des gestes synchrones avec le discours (McNeill, 1992).

L'hypothèse d'une origine gestuelle du langage est également soutenue par le fait que les grands singes, vivant en milieu naturel ou en captivité, présentent des gestes communicatifs qui partagent plusieurs caractéristiques du langage humain, en particulier la flexibilité et l'intentionnalité. Ces travaux d'abord menés chez le chimpanzé vivant en captivité (Tomasello *et al.*, 1985 ; Tomasello, Call, Nagell, Olguin, & Carpenter, 1994 ; Tomasello, Gust, & Frost, 1989) puis reproduits chez d'autres espèces de grands singes en captivité (voir par exemple pour les gorilles Pika, Liebal, & Tomasello, 2003 et pour les orangs-outans : Liebal, Pika, & Tomasello, 2006) ont, par la suite, été généralisés en milieu sauvage (gorilles : Genty, Breuer, Hobaiter, & Byrne, 2009 ; chimpanzés : Hobaiter & Byrne, 2011). D'autres travaux montrent que les gestes chez les grands

singes peuvent également être représentationnels, déictiques en particulier (Pika & Mitani, 2006).

Arbib (en 2005 notamment) présente une version différente de cette hypothèse, supposant une évolution à partir du système des neurones miroirs, également appelé « système miroir ». Identifié pour la première fois chez le macaque dans l'aire F5, le système miroir fait référence à l'ensemble des neurones qui déchargent lorsqu'un animal ou être humain effectue une action manuelle vers un but (un mouvement de saisie d'objet par exemple) mais aussi lorsqu'il observe un congénère effectuant ce même mouvement (Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996 ; Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996)³. Sans exécuter lui-même l'action, l'observateur formerait la même représentation motrice de l'action que le congénère qui exécute l'action. Rizzolatti et ses collaborateurs parlent d'un mécanisme de « résonance ». Cette résonance (ou simulation) motrice automatique permettrait à l'observateur de « comprendre » l'action exécutée par l'agent. Il est à noter que certains auteurs remettent en cause cette théorie motrice de la cognition sociale (Jacob, 2007 ; Jacob & Jeannerod, 2005), en avançant que comprendre une action physique (intention motrice) n'implique pas nécessairement d'en comprendre la visée communicative (intention sociale). Selon l'hypothèse du système miroir, le langage proviendrait de ce système qui avait à l'origine pour fonction la reconnaissance des actions, des intentions et des émotions d'autrui (Arbib, 2005 ; Rizzolatti & Arbib, 1998). Ce changement progressif est notamment confirmé par des études chez le macaque, montrant que les neurones miroirs codant pour les mouvements de bouche lors de l'alimentation sont proches de ceux codant pour les mouvements de la main. Les neurones miroirs répondant aux mouvements de la bouche liés à l'alimentation ou à visée communicative, tels que ouvrir et fermer rapidement la bouche et les lèvres (protrusion des lèvres pour exprimer une intention amicale, *lip smack*) partageraient un substrat neuronal commun (Ferrari, Gallese, Rizzolatti, & Fogassi, 2003). Le système miroir, qui s'activait à l'origine lors de l'observation et du contrôle moteur d'actions manuelles intentionnelles telles que la manipulation de nourriture, s'activerait également par la suite lors de l'observation d'actions oro-faciales communicatives. Le système miroir aurait donc un rôle clé dans l'émergence du langage articulé (Arbib, 2005 ; Rizzolatti & Arbib, 1998). Plusieurs étapes, allant de la saisie d'objets à l'imitation simple puis complexe d'actions manuelles, puis à l'émergence

³ Cette aire F5 est considérée comme homologue à celle de Broca chez l'homme, aire située dans l'hémisphère cérébral gauche chez la majorité des individus et qui est responsable de certains aspects du langage parlé ou signé.

de proto-signes⁴ et de protolangage, conduiraient à terme à l'émergence du langage articulé. Plusieurs auteurs soulignent l'importance des gestes, notamment des pantomimes, dans l'acquisition du langage oral (Arbib, 2005 ; Cartmill, Beilock, & Goldin-Meadow, 2011).

L'existence de liens étroits entre la parole et les gestes est également illustrée par les travaux portant sur la latéralisation et la préférence manuelle. En effet, la préférence pour la main droite dans les actions manuelles, qui concerne la majorité de la population, est associée à la dominance de l'hémisphère gauche pour le langage (Corballis, 2002 ; Hewes, 1973 ; Knecht, 2000). Cette préférence manuelle droite se vérifie également lors de la réalisation de gestes communicatifs (Kimura, 1973), ce qui laisse supposer l'existence d'un système commun latéralisé dans l'hémisphère gauche pour la parole et les gestes co-verbaux. Elle est observée chez les primates non humains et humains (Hopkins *et al.*, 2005 ; Hopkins & Cantero, 2003 ; Vauclair & Imbault, 2009). De surcroît, chez les chimpanzés, l'utilisation préférentielle du membre supérieur droit pour les gestes déictiques serait considérablement améliorée lorsque ceux-ci sont accompagnés par une vocalisation (Hopkins & Cantero, 2003).

Ces travaux sont confortés par des études plus récentes d'imagerie cérébrale réalisées à la fois chez les chimpanzés (Hopkins *et al.*, 2005 ; Tagliatela, Russell, Schaeffer, & Hopkins, 2008) et chez les autres grands singes (Cantalupo & Hopkins, 2001). Ces études montrent l'activation d'une zone homologue à celle Broca dans l'hémisphère gauche lors de gestes communicatifs produits par exemple en présence d'un humain vers un récipient contenant de la nourriture (Tagliatela *et al.*, 2008) et lors de l'utilisation préférentielle du membre supérieur droit lors de la production de ce type de geste (Cantalupo & Hopkins, 2001). L'activation de ce système de communication diffère des mécanismes purement moteurs qui sous-tendent la manipulation d'objets ou les mouvements d'atteinte vers celui-ci (Tagliatela *et al.*, 2008 ; Vauclair & Imbault, 2009).

Ainsi, les travaux sur l'origine phylogénétique des liens geste-parole suggèrent qu'un système gestuel à visée communicative serait à l'origine de l'émergence du langage et envisagent un système communicationnel bimodal. La communication gestuelle chez le singe serait à l'origine de la spécialisation hémisphérique gauche pour la production du langage articulé (Meguerditchian & Vauclair, 2006). Au cours de l'évolution, ce système de communication aurait intégré progressivement les vocalisations

⁴Le protosigne est un système de communication manuelle qui repose sur la capacité à mimer des actions et à créer des gestes symboliques permettant de rendre plus clairs ces pantomimes. Le protolangage correspond à un langage primitif composé de juxtapositions de mots concrets mais dénué de grammaire.

et les expressions oro-faciales intentionnelles dans le système gestuel qui serait alors devenu bimodal pour évoluer enfin vers le langage articulé de l'homme actuel au stade actuel de son évolution (Arbib, 2005). Les gestes associés à la parole constitueraient la partie résiduelle, toujours active, de ce système bimodal ancestral. Cette hypothèse d'un système communicatif intégré, à double modalité vocale et gestuelle, est cohérente avec les travaux rapportés chez l'enfant qui illustrent un rôle actif de la communication gestuelle dans le développement des habiletés linguistiques (Goldin-Meadow, 2010).

3. DÉVELOPPEMENT DES DEUX MODALITÉS CHEZ L'ENFANT

La littérature sur le développement des compétences linguistiques en rapport avec les compétences gestuelles est particulièrement abondante. La plupart des auteurs envisagent les gestes de l'enfant en lien avec l'acquisition du langage (Piaget, 1945-1976 ; Bruner, 1966). Les gestes, comme les gestes de pointage ou les gestes déictiques, apparaissent très tôt en situation de communication (vers l'âge de 11 mois) en permettant à l'enfant de désigner les éléments de l'environnement qui l'entourent (Goldin-Meadow & Butcher, 2003). Ils sont considérés comme des précurseurs de la communication intentionnelle (Cochet & Vaclair, 2010 ; Liszkowski, 2005) et plus spécifiquement du langage articulé (Özçalışkan & Goldin-Meadow, 2005). Certains auteurs soutiennent même l'idée d'un développement synchrone de la parole et des gestes co-verbaux (Goldin-Meadow, 2003, 2010 ; McNeill, 1992, 2005). Ces derniers restent la forme d'expression dominante jusqu'à 20 mois, âge où l'usage des unités linguistiques devient prédominant (Iverson, Capirci, & Caselli, 1994).

Plusieurs travaux montrent que les gestes co-verbaux, en particulier déictiques, facilitent l'apprentissage de la parole⁵. Les enfants produisent leurs premiers gestes entre 9 et 12 mois, habituellement en pointant pour indiquer les objets (gestes déictiques). Ce phénomène précède l'apparition des premiers mots. Ces gestes déictiques peuvent être de deux sortes : les gestes dits impératifs, dirigés vers un objet pour la demande, et les gestes dits déclaratifs, destinés à attirer l'attention du partenaire adulte vers un

⁵ Les gestes co-verbaux facilitent également d'autres types d'apprentissage, par exemple dans la résolution de problèmes mathématiques (Cook & Goldin-Meadow, 2006 ; Goldin-Meadow, Cook, & Mitchell, 2009).

objet référent pour lui indiquer son existence et lui faire partager son intérêt (Bates, Benighi, Bretherton, Camaioni, & Volterra, 1980). Avant la période d'explosion lexicale, les gestes déclaratifs sont plus étroitement liés au développement de la parole que les gestes impératifs (Cochet, Jover, & Vauclair, 2011). En effet, le geste déictique dit déclaratif, qui sert à attirer l'attention du partenaire adulte, serait souvent accompagné de vocalisations (Cochet & Vauclair, 2010b). Ainsi, dans une étude longitudinale menée auprès d'enfants âgés de 10 à 24 mois, Iverson et Goldin-Meadow (2005) observent des comportements dits à visée communicative émis par l'enfant pour attirer l'attention de son partenaire adulte, tels que les gestes déictiques, et ce à différents stades d'acquisition du langage verbal. Leurs résultats montrent que les enfants communiquent initialement plus par les gestes que par la parole et qu'ils transfèrent progressivement leurs connaissances des gestes vers la parole. En moyenne, l'enfant produit un geste pour un objet particulier trois mois avant de produire un mot pour celui-ci. Ces résultats sont cohérents avec l'hypothèse d'un rôle facilitateur des gestes dans l'acquisition du langage.

Vont dans le même sens les travaux répertoriés par Bates & Dick (2002). Des liens forts existent entre le développement de la parole et les gestes déictiques. Ils s'observent dès le babillage (Masataka, 2001) jusqu'à l'acquisition de la parole. Ils s'illustrent en particulier au stade de la dénomination, stade précédé par des actions brèves vers des objets spécifiques entre 12 et 18 mois (*gestural naming*) et abandonnées lorsque le développement de la parole est suffisamment informatif (Capirci, Iverson, Pizzuto, & Volterra, 1996 ; Iverson, 2010). Les gestes déictiques seraient bénéfiques pour l'émergence et le développement du langage (Butcher & Goldin-Meadow, 2000). Non seulement ils précèdent l'apparition des premiers mots, mais ils la prédisent (Özçalışkan & Goldin-Meadow, 2005). L'utilisation de la modalité gestuelle seule disparaît progressivement au profit de combinaisons multimodales geste-mot qui ne délivrent plus deux informations redondantes mais des informations distinctes et complémentaires (Butcher & Goldin-Meadow, 2000 ; Goldin-Meadow & Butcher, 2003). Par ailleurs, parallèlement au développement des habiletés linguistiques, le répertoire des gestes s'enrichit. Apparaissent ainsi des gestes exprimant des contenus plus abstraits (gestes métaphoriques) et des gestes à fonction pragmatique que les enfants plus âgés utilisent pour marquer la structuration de l'énoncé (Colletta, 2009).

Si ces travaux plaident en faveur d'un co-développement de la parole et du geste tout au long du développement de l'enfant, d'autres éléments suggèrent qu'il peut y avoir des dissociations entre la production verbale et gestuelle (Feyereisen, 1987). La relation entre le geste et la parole dans le

développement varie selon le type de gestes considéré. Les gestes déictiques sont les premiers gestes produits par l'enfant autour de 10 mois. À la fin de la première année, l'enfant commence à produire ses premiers mots puis des gestes iconiques. Les gestes marqueurs de discours ne s'observent qu'à 5 ans lorsque le langage est bien établi (McNeill, 1992). En résumé, le co-développement parole/gestes concernerait spécifiquement les gestes déictiques pendant la phase d'acquisition du langage, leur lien dépendant ensuite du type de geste considéré.

Au-delà de la question d'un co-développement geste-parole, la nature développementale de ces liens est également discutée. Certains auteurs considèrent que ces liens reposent sur les activités sensorimotrices de la main et de la bouche chez le jeune enfant alors qu'il ne s'en sert pas encore pour communiquer (Iverson, 2010). D'autres se centrent sur le concept d'intentionnalité partagée qui implique que l'apparition des gestes déictiques constitue une étape de transition entre les formes non linguistiques et linguistiques de la communication humaine (Tomasello & Carpenter, 2007 ; Tomasello, Carpenter, & Liszkowski, 2007 ; Tomasello, Melis, Tennie, Wyman, & Herrmann, 2012). L'émergence de cette intentionnalité partagée serait cruciale pour le développement de l'enfant, mais elle serait également à l'origine de toute communication chez l'être humain.

Ainsi, les gestes co-verbaux servent de dispositif transitoire dans le développement lexical précoce. Néanmoins, l'idée d'un co-développement parole/gestes, qui soutient l'hypothèse d'un système de communication unique, est principalement soutenue par la production de gestes déictiques chez l'enfant.

4. ARTICULATION DES DEUX MODALITÉS DANS LA COMMUNICATION CHEZ L'ADULTE SAIN

Traditionnellement, l'étude de la relation entre les gestes co-verbaux et la production de mots se fonde sur l'observation de l'activité spontanée au cours de conversations ou de récits et sont plutôt en faveur de l'approche de McNeill (1985, 1987, 1992) qui suppose des interactions entre parole et geste uniquement à un niveau conceptuel. Mais, les travaux sur l'apparition de gestes lors de difficultés de production de la parole (Butterworth & Beattie, 1978), chez les bilingues qui utilisent la langue non dominante (Marcos, 1979 ; Sainsbury & Wood, 1977) ou sur la synchronisation des mouvements manuels et oraux (Kelso, Tuller, & Harris, 1983 ; Levelt,

Richardson, & La Heij, 1985) suggèrent une interaction à d'autres niveaux de l'élaboration du message.

Certains travaux penchent en faveur d'un système computationnel commun où la parole et les gestes sont co-activés. Dans l'étude de Bernardis et Gentilucci (2006), les participants doivent prononcer des mots, exécuter des gestes symboliques, ou encore faire les deux simultanément. Par rapport à la condition de communication unimodale, le spectre vocal est augmenté par la production de gestes tandis que les paramètres cinématiques des gestes sont diminués par la prononciation de mots. En d'autres termes, alors que la production de gestes renforce celle des mots, la production de mots inhibe celle des gestes. On retrouve les mêmes effets lorsque les participants observent un acteur en train de prononcer des mots pendant l'exécution d'un geste symbolique. S'appuyant sur le fait qu'ils n'observent pas d'influence entre les modalités verbale et gestuelle lorsque les mouvements manuels et les mots produits sont dénués de sens, les auteurs concluent que leurs résultats sont cohérents avec l'approche de co-activation avancée par McNeill. Cependant, ces résultats sont également compatibles avec le modèle de Kita & Özyürek (2003) qui pose l'existence d'un programme de communication qui envoie une information en parallèle à deux sous-systèmes en interaction, un générateur de l'action et un générateur du message (parole). L'étape du contrôle moteur succède à celle du générateur d'action pour aboutir à l'exécution d'un geste, tandis qu'une étape de formulation suit celle du générateur pour le message pour aboutir, au travers d'échanges bidirectionnels, à l'articulation de la parole. Cette étude reflète ainsi la complexité de l'articulation entre les deux modalités et en particulier de la nature des interactions qui peuvent se faire à d'autres étapes que celle de la conceptualisation du message.

Cependant, c'est au niveau des gestes déictiques que l'interaction entre la parole et les gestes co-verbaux a principalement été étudiée expérimentalement. Ainsi, Levelt *et al.* (1985) demandent à leurs participants d'indiquer quelle diode électroluminescente (LED) parmi quatre (deux proches de la ligne médiane, deux plus éloignées) s'est allumée. Ils devaient pour cela pointer vers la lumière (geste déictique) et/ou utiliser une expression déictique « cette lumière » (*this light*) quand la LED était proche, ou « la lumière » (*that light*) quand elle est éloignée. Les résultats montrent que les gestes interviennent plus tôt que la parole mais, une fois le mouvement de pointage lancé, le geste et la parole fonctionnent de manière indépendante. En effet, l'apex du geste (le point le plus élevé) n'est plus influencé par la parole une fois que le mouvement est initié. Ainsi, la parole et les gestes impliqueraient des ressources cognitives communes au moment de la planification motrice, mais fonctionneraient de manière indépendante

pendant l'exécution motrice, ce qui est en accord avec de nombreux travaux sur la motricité (Arbib, 1981 ; Jeannerod & Biguer, 1982). Ce résultat est cohérent avec l'hypothèse d'un système computationnel unique, mais Feyereisen (1997) n'exclut pas qu'il y ait des interactions dans les étapes ultérieures spécifiant les paramètres du mouvement. Par exemple, Chieffi, Secchi et Gentilucci (2009) mettent en évidence un effet du lien de congruence entre le contenu d'un mot déictique, tel que « là », et celui d'un geste déictique. Dans leur étude, les participants, de langue italienne, lisent à haute voix le mot déictique « QUA » (en français « ici ») ou « LA » (en français « là »), imprimé sur un jeton placé à proximité ou loin de leur corps. En même temps, ils doivent pointer vers leur propre corps lorsque le jeton a été placé près, ou pointer vers une position éloignée lorsque le jeton a été placé loin. Ainsi, les participants lisent « QUA » (en italien « ici ») et pointent vers eux-mêmes (condition congruente) ou vers une position éloignée (condition non congruente). Dans la condition contrôle, les participants ne parlent pas, les lettres ne forment ni « QUA » ni « LA », et leur tâche est de pointer vers eux-mêmes (jeton placé près d'eux) ou vers une position éloignée (jeton placé loin d'eux). Les résultats montrent que la congruence affecte la cinématique du geste et du spectre vocal. Le mouvement est plus rapide en situation congruente qu'en condition incongruente et plus lent en condition incongruente qu'en situation contrôle. Le spectre de la voix diminue également en situation incongruente. Ainsi existerait-il une interaction bidirectionnelle entre les systèmes impliqués dans la production de mots et celle de gestes déictiques.

Gonseth, Vilain et Vilain (2013) étudient de la même façon la relation entre les mots déictiques et les gestes déictiques. La tâche des participants est de pointer et/ou nommer une cible proche ou lointaine en condition parole seule, geste seul ou parole et geste. Les résultats montrent que la distance de la cible module à la fois les paramètres acoustiques, articulatoires et gestuels. Plus la cible est éloignée, plus les paramètres vocaux (ouverture des lèvres par exemple) et cinématiques du geste sont élevés. Par ailleurs, à l'inverse des résultats de Bernardis et Gentilucci (2006), la parole comme les gestes sont ralentis lorsqu'ils sont produits de manière simultanée (condition bimodale), ce qui laisse supposer une compétition entre les deux modalités. En effet, le pointage est plus rapide en condition unimodale qu'en condition bimodale, permettant de compenser l'absence de l'autre de mode de communication, la parole. Les auteurs proposent alors de compléter le modèle de Kita et Özyürek (2003) en introduisant une interaction supplémentaire entre le générateur de l'action et l'étape du contrôle moteur. Gonseth *et al.* (2013) soulignent quant à eux que les messages transmis verbalement et non verbalement

peuvent être redondants (Krauss, Morrel-Samuels, & Colasante, 1991) ou complémentaires (Beattie & Shovelton, 1999).

En conclusion, l'ensemble de ces études expérimentales menées auprès de participants adultes sains laissent penser que, en dépit d'étapes communes au niveau conceptuel, des interactions sont possibles à plusieurs niveaux de l'élaboration de la parole et du geste, même si leur nature (inhibitrice ou excitatrice) n'est pas encore clairement définie. L'étude du fondement anatomique de ces liens pourrait contribuer à y répondre.

5. OBSERVATIONS NEUROANATOMIQUES CHEZ L'ADULTE SAIN

Les travaux dans ce domaine se sont surtout centrés, pour des limites techniques évidentes, sur les activations cérébrales suscitées par l'observation d'un geste, c'est-à-dire les activités de décodage. Les premières études ont porté sur les activations cérébrales suscitées par l'observation d'un visage soit en dehors de tout autre mouvement (Buccino *et al.*, 2001) soit accompagné de mouvements des membres supérieurs qui ne sont pas à visée communicative, tels que des mouvements de main ou de doigt sans signification (Buccino *et al.*, 2001 ; Gallagher & Frith, 2004), des mouvements pour la saisie d'objets (Buccino *et al.*, 2001 ; Fadiga, Fogassi, Pavesi, & Rizzolatti, 1995) ou des pantomimes dans des situations non typiques de communication (Decety *et al.*, 1997 ; Grezes, 1998). Il ressort que la présentation de ces mouvements des membres supérieurs active l'aire de Broca. Cette aire serait donc impliquée dans la compréhension des mouvements simples de la main qui ont pour objectif de saisir un objet réel ou imaginaire, avec des preuves récentes selon lesquelles elle jouerait un rôle clé dans la reconnaissance des actions dans le cadre du système miroir (Rizzolatti & Arbib, 1998).

L'état de la question apparaît plus complexe quand il s'agit de gestes liés au discours. Plusieurs zones cérébrales seraient impliquées dans l'intégration des informations verbales et gestuelles (Andric & Small, 2012). Selon certains auteurs, l'aire de Broca est également impliquée dans les gestes liés au discours via sa fonction langagière et non sa fonction motrice de reconnaissance des actions. Ainsi, Skipper, Goldin-Meadow, Nusbaum et Small (2007) comparent les connectivités fonctionnelles de l'aire de Broca avec d'autres aires corticales pendant que les participants observent une narratrice qui raconte une histoire en réalisant des gestes qui illustrent le contenu du discours (iconiques, métaphoriques et déictiques), des gestes

d'auto-contact ou en ne réalisant pas de geste. Ils observent que les interactions entre ces différentes aires sont plus faibles lorsque les histoires sont accompagnées de gestes liés au discours et plus fortes lorsqu'elles sont accompagnées de gestes d'auto-contact ou non accompagnées de gestes. Sachant que, en neuro-imagerie, une diminution de l'activation peut renvoyer à une facilitation, ce résultat suggère que les gestes co-verbaux qui accompagnent le discours faciliteraient l'accès lexical ou sémantique (Dick, Goldin-Meadow, Hasson, Skipper, & Small, 2009). De plus, lorsque les mouvements des mains, qu'ils soient liés ou non au discours, accompagnent la parole, il y a une augmentation de l'activité non seulement dans les régions habituellement associées à la compréhension de la parole, dont le gyrus frontal inférieur gauche qui correspond à l'aire de Broca, mais aussi les régions associées à la perception du mouvement biologique et à l'intégration des informations auditives et visuelles. Plus surprenant, seul le gyrus frontal antéro-inférieur droit est sensible à la relation sémantique entre le geste et la parole (voir aussi Straube, Green, Weis, Chatterjee, & Kircher, 2009). L'activation de cette aire, plus marquée lorsque les mouvements des mains sont vides de sens, permettrait de distinguer les mouvements de la main iconiques sémantiquement liés au discours de ceux qui ne le sont pas. Impliquée dans le langage narratif qui recrute de manière bilatérale le gyrus frontal inférieur (Wilson, Molnar-Szakacs, & Iacoboni, 2008), elle aurait un rôle dans la mise à jour du traitement sémantique, notamment dans le traitement de la pertinence des gestes produits pour la compréhension linguistique du message. D'autres auteurs laissent à penser que l'activation de cette aire est le reflet de l'inhibition des informations non pertinentes pour le message à transmettre comme peuvent l'être les gestes d'auto-contact (voir pour revue Aron, Robbins, & Poldrack, 2004). Enfin, il faut souligner l'importance du gyrus/sulcus temporal supérieur activé lors de la perception conjointe de la parole et de gestes marqueurs de discours, et ce de manière plus importante qu'en condition discours seul mais aussi que lors de la perception de gestes métaphoriques (Kircher *et al.*, 2009).

En résumé, l'ensemble de ces différents travaux convergent vers l'idée que le cortex frontal inférieur gauche, où se situe l'aire de Broca, ainsi que le gyrus temporal supérieur jouent un rôle important dans l'intégration par l'observateur des informations sémantiques provenant à la fois des gestes et de la parole. Des processus sémantiques comparables soutiendraient donc la perception des gestes et des mots (voir pour revue Willems & Hagoort, 2007), ce qui, selon les auteurs, est en accord avec l'approche d'un système computationnel unique. Néanmoins, plusieurs nuances sont à apporter. D'abord, la compréhension des gestes liés au discours semble engager une activation des aires prémotrices non observée pour le langage

parlé, notamment lorsque ces gestes ne sont pas congruents avec le contenu du discours (voir aussi Willems, Ozyurek, & Hagoort, 2007). Ensuite, le traitement perceptif des informations sémantiques véhiculées par les gestes accompagnant le discours implique un réseau plus vaste, dont le gyrus frontal inférieur bilatéral où siège l'aire de Broca, mais aussi d'autres régions, notamment temporales postérieures bilatérales et pariétales inférieures (Dick *et al.*, 2009). Enfin, cette littérature s'intéresse principalement aux capacités de décodage de l'individu et à notre connaissance, il n'existe pas de travaux mettant en évidence les substrats anatomiques sollicités lors de l'émission de gestes liés au discours.

En conclusion, la parole et les gestes s'appuient sur un substrat neuronal plus vaste que l'aire de Broca et activé lorsque la parole s'accompagne de gestes liés au discours. Ce substrat neuronal comprend d'une part des régions pariétales et prémotrices sollicitées par le traitement des actions manuelles en général (d'un point de vue perceptif notamment) et, d'autre part, les aires frontales inférieures et les régions temporales latérales, qui sont associées au traitement du langage articulé. Ces aires pourraient traiter la signification véhiculée par les gestes même si la manière dont le cerveau traite les informations manuelles et sémantiques n'est pas encore déterminée (Andric & Small, 2012).

En l'état actuel, en dépit de l'hypothèse de facilitation émise par Dick *et al.* (2009), la littérature ne permet pas de spécifier les liens neuro-anatomiques entre les gestes et la parole. L'étude des patients cérébro-lésés apporte un éclairage sur les implications de ce substrat neuronal partagé et sur la nature des éventuelles interactions entre les deux systèmes.

6. CAS D'ATTEINTES NEUROLOGIQUES

Les travaux menés auprès de patients cérébro-lésés, en particulier aphasiques, convergent vers l'idée de l'existence d'interactions soit facilitatrices soit compétitives entre les systèmes langagiers et gestuels.

Un premier ensemble de données recueillies auprès de patients aphasiques appuie l'hypothèse d'une double dissociation entre troubles linguistiques et troubles praxiques en général. Le patient aphasique est capable de mimer l'utilisation d'objets sans pour autant pouvoir les nommer (Davis, Artes, & Hoops, 1979). Mais il peut également y avoir des troubles praxiques sans trouble phasique (de Ajuriaguerra, Hécaen, & Angelergues, 1960 ; De Renzi, Motti, & Nichelli, 1980 ; Heilman, Gonyea, & Geschwind, 1974), ou encore, même si cela est plus rare, une récupération

de troubles phasiques sans récupération de troubles praxiques (Selnes, Rubens, Risse, & Levy, 1982).

On retrouve cette idée de dissociation dans l'analyse des gestes liés au discours. Les liens entre parole et gestes co-verbaux dépendent en effet du type d'aphasie, de la nature du déficit linguistique et du degré de sévérité de l'atteinte.

Cicone, Wapner, Foldi, Zurif et Gardner (1979) analysent des échantillons de conversation de courte durée chez huit participants : deux patients aphasiques de type Broca (patients non fluents), deux patients aphasiques de type Wernicke (patients fluents) et quatre participants sains. Ils observent que la production gestuelle dépend du type d'aphasie. Non seulement les patients fluents produisent plus de gestes que les patients non fluents, mais la valeur référentielle de leurs gestes respectifs diffère. La proportion de gestes symboliques et de pantomimes est plus importante dans le groupe de patients non fluents tandis que les patients fluents produisent un taux important de gestes non représentationnels tels que des gestes marqueurs de discours. Par ailleurs, les patients non fluents utilisent la plupart du temps des gestes non accompagnés de mots. Même si l'étude de Cicone *et al.* (1979) montre une production gestuelle différente selon le type d'aphasie, ce qui semble contradictoire avec la conception de McNeill (1992, 2000), celle-ci est souvent citée par l'auteur pour appuyer sa conception d'un système communicationnel unique.

Une étude plus récente s'est également intéressée à la production gestuelle de patients présentant ces deux types d'aphasie. Carlomagno et Cristilli (2006) ont étudié le contenu sémantique de gestes co-verbaux en le comparant à celui de gestes produits par des participants contrôles. En particulier, ils ont examiné comment les attributs spécifiques d'objets et d'actions sont communiqués par des gestes iconiques. Les participants devaient raconter deux histoires (un naufrage et un vol qualifié) à un expérimentateur apparemment naïf et étaient filmés. Les résultats montrent que les participants contrôles produisent moins de gestes que les patients aphasiques fluents et non fluents, ces deux derniers groupes n'étant pas différents en termes de production de gestes. Néanmoins, les participants fluents présentent plus de gestes iconiques que les participants non fluents et les participants contrôles, tandis que les patients non fluents présentent plus de gestes déictiques et de battements que les participants des deux autres groupes. Par contre, les patients aphasiques fluents et non fluents et les participants contrôles ne diffèrent pas dans le choix des attributs sémantiques des objets ou des actions pour raconter les histoires. Ainsi, les résultats de ces deux dernières études semblent en partie contradictoires : les patients fluents produiraient plus de gestes non

représentationnels (Cicone *et al.*, 1979) mais également plus de gestes représentationnels déictiques (Carlomagno & Cristilli, 2006). Cependant, cette différence de production gestuelle selon le type d'aphasie semble en défaveur d'un système de communication unique dans lequel la production de gestes est indépendante de l'atteinte lésionnelle mais bien en faveur d'un système bimodal de communication (verbal et non verbal).

D'autres auteurs se sont intéressés au rôle de la nature du déficit linguistique. Ainsi, Hadar et Yadlin-Gedassy (1994) ont présenté deux études de cas de patients aphasiques, l'un présentant un déficit primaire au niveau sémantique pré-linguistique ou conceptuel (PA) et l'autre présentant un déficit en récupération lexicale (AU). Ils distinguent deux types de gestes représentationnels en fonction de leur localisation dans l'échange verbal : les gestes dits lexicaux émis pendant une pause d'hésitation dans le discours, juste avant l'élément lexical auquel ils s'affilient, et les gestes dits conceptuels apparaissant plutôt en début de phrase. Ils constatent que le patient souffrant d'un déficit de récupération lexicale (AU) produit globalement plus de gestes que le patient qui souffre d'un déficit conceptuel (PA). De plus, le patient avec un déficit lexical (AU) produit plus de gestes représentationnels lexicaux que le patient avec un déficit conceptuel (PA), et inversement pour les gestes représentationnels conceptuels. Ces résultats suggèrent que les difficultés d'accès lexical sont plus susceptibles d'engendrer plus de gestes que les difficultés conceptuelles. Ceci conforte l'idée d'une interaction de type facilitatrice entre la parole et les gestes, dans le sens où le nombre plus important de gestes produits peuvent faciliter l'accès au lexique. Une étude des mêmes auteurs (Hadar *et al.*, 1998) observe que les patients avec déficit conceptuel ne produisent pas plus de gestes que le participant témoin, ce qui suggère qu'un phénomène de facilitation n'est pas possible lorsque l'individu présente un déficit conceptuel. Par ailleurs, ils observent également que les gestes iconiques précèdent leurs référents lexicaux d'un intervalle important (3 à 5 mots plus tôt), et ce presque exclusivement chez les patients souffrant d'un déficit principalement conceptuel. Pour les auteurs, cela implique que les gestes iconiques interviennent avant le traitement du discours et fonctionnent comme des gestes « d'exploration » jusqu'à ce que l'intention de communication soit suffisamment claire pour sélectionner le lexique le plus approprié.

Feyereisen, Barter, Goossens et Clerebaut (1988) utilisent une tâche référentielle dans laquelle des patients aphasiques à différents stades de sévérité doivent faire deviner une image à leur interlocuteur. Les patients les plus sévèrement atteints se révèlent capables d'utiliser la modalité gestuelle de manière efficace et ce malgré leurs déficits praxiques. Les patients

aphasiques, qui ne sont plus capables de transmettre une information par la voie verbale, peuvent donc utiliser leurs compétences gestuelles afin de se faire comprendre, ce qui va dans le sens d'une interaction compétitive entre la parole et les gestes co-verbaux. Cocks, Dipper, Middleton, et Morgan (2010) confirment les résultats de Feyereisen *et al.* (1988). Ils s'intéressent à la capacité d'une patiente souffrant d'une aphasie de conduction, c'est-à-dire fluente sans trouble de compréhension, à communiquer le contenu d'un dessin animé. Ses gestes iconiques sont comparés à ceux produits par des participants contrôles. L'analyse porte en particulier sur les gestes produits lors des difficultés de récupération lexicale (gestes produits lors du phénomène « mot sur le bout de la langue ») et comparés à ceux produits en période de la fluidité verbale.

En période de fluidité verbale, les gestes iconiques présentent des caractéristiques physiques similaires (ex. orientation ou mouvement de la main) à celles de gestes produits par les participants contrôles. En période de « mot sur le bout de la langue », les gestes iconiques n'ont pas la même forme que ceux produits en période de fluidité. Même si les gestes produits lors de difficultés de récupération lexicale ne permettent pas toujours à la patiente de récupérer le mot, ils peuvent ainsi aider le partenaire à comprendre l'histoire, ce qui confirme les résultats obtenus par Feyereisen *et al.* (1988).

En conclusion, même si quelques études réalisées chez des patients aphasiques mettent en évidence des corrélations entre la sévérité des troubles praxiques et celles des troubles linguistiques, soutenant ainsi l'idée d'un déficit global de la communication, la majorité des travaux semble aller dans le sens d'une dissociation entre les compétences linguistiques et les compétences gestuelles liées au discours. Récemment, certains auteurs ont tenté d'expliquer ces résultats contradictoires. Ainsi, Hogrefe, Ziegler, Weidinger, et Goldenberg (2012) évaluent la capacité des patients aphasiques, avec apraxie co-occurente, à transmettre des informations de manière non verbale. Des patients aphasiques peu fluents doivent raconter des clips vidéo courts et leurs récits sont filmés. Une première analyse utilise une grille adaptée d'un système de notation pour les langues des signes. Les aspects physiologiques et cinétiques des mouvements de la main sont transcrits et la diversité de forme des gestes de la main est considérée comme un indicateur de la richesse potentielle de l'information transmise. Une deuxième analyse consiste à demander à des observateurs naïfs d'évaluer l'intelligibilité de la communication gestuelle et à indiquer, pour chaque récit filmé, quelle histoire a été racontée et quels sont les aspects des

histoires qu'ils reconnaissent. Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de corrélation entre les résultats au test évaluant l'aphasie des participants et les indices gestuels. En revanche, les capacités de traitement sémantique non verbal, évaluées à l'aide d'un test allemand similaire au test *Pyramids and Palm Trees* de Howard et Patterson (1992), prédisent la diversité de forme de gestes de la main. De plus, les patients aphasiques présentant une apraxie produisent beaucoup de gestes différents mais peu informatifs pour des observateurs naïfs. Ces patients seraient incapables de sélectionner les caractéristiques pertinentes pour la description. Ainsi, l'apraxie souvent co-occurrence à l'aphasie affecterait spécifiquement l'informativité des gestes co-verbaux.

Ce résultat est confirmé par Mol, Krahmer, et van de Sandt-Koenderman (2013) dont l'objectif est de déterminer si l'informativité et la forme des gestes sont affectés chez les patients aphasiques. Ils comparent ainsi les gestes déictiques et iconiques produits sur une tâche de communication (*Scenario Test*, van der Meulen, van de Sandt-Koenderman, Duivenvoorden, & Ribbers, 2010) par des patients aphasiques et par des participants contrôles. Leurs résultats montrent que même si les gestes ne compensent pas la perte d'information verbale, ils permettent néanmoins de fournir des informations de manière non verbale. Par ailleurs, la forme de leur geste est similaire à celle des gestes produits par les participants contrôles. Par contre, les patients souffrant d'une aphasie plus sévère produisent plus de gestes de forme ou de contour. La technique d'approche par la forme observée chez les participants aphasiques sévères pourrait refléter des problèmes d'accès sémantiques et également expliquer la proportion plus importante de gestes « ambigus » observée par Glosser *et al.* (1998) chez les patients Alzheimer. Cependant, plusieurs facteurs pourraient participer à ce résultat. Par exemple, l'apraxie co-occurrence à l'aphasie pourrait être responsable du manque d'informativité des gestes. En effet, parmi les patients participant à l'étude, ceux qui ne présentent pas d'apraxie associée produisent des gestes aussi informatifs que les participants contrôles.

L'aphasie à elle seule ne serait donc pas responsable des déficits observés dans la production de gestes co-verbaux et il n'y aurait pas systématiquement de dissolution parallèle du discours et des gestes co-verbaux. Plusieurs études laissent même à penser que les gestes co-verbaux peuvent permettre de compenser le déficit linguistique (Cocks *et al.*, 2010 ; Feyereisen *et al.*, 1988 ; Feyereisen, 1982, 1983 ; Hogrefe *et al.*, 2012 ; Mol *et al.*, 2013).

7. CONCLUSIONS ET IMPLICATIONS

L'objectif de cet article était de comprendre la nature des liens entre la parole et les gestes co-verbaux. Deux conceptions se distinguent, notamment sur les niveaux d'interaction entre les deux modalités.

La première conception (McNeill, 1985, 1987, 1992) suppose que la parole et les gestes découlent d'un stade computationnel commun au niveau conceptuel et qu'ils apparaissent en co-activité. Les interactions entre les deux modalités ne dépendent pas du degré d'iconicité du geste (Kendon, 1983). Selon une seconde conception représentée par plusieurs modèles (De Ruiter, 2000 ; Feyereisen, 1987 ; Feyereisen & Lannoy, 1991 ; Kita & Özyürek, 2003 ; Krauss *et al.*, 2000), la parole et les gestes peuvent interagir à différentes étapes de production du discours, au niveau du contrôle moteur de la parole et du geste par exemple.

Ces différentes conceptions ont été confrontées dans différents domaines allant de l'origine phylogénétique du geste et de la parole à l'étude de patients cérébro-lésés en passant par des études réalisées chez l'enfant et l'adulte sain.

Dans cette confrontation, une limitation est apparue. En effet, les paradigmes utilisés et les aspects de la communication verbale et non verbale étudiés varient d'un domaine à l'autre. Par exemple, alors que les travaux réalisés chez les patients cérébro-lésés tentent de rendre compte des capacités d'encodage, c'est-à-dire sur la production des gestes co-verbaux, les études neuroanatomiques chez le sujet sain se centrent uniquement sur le décodage, c'est-à-dire sur la reconnaissance des gestes réalisés par un autre individu. L'interprétation de ces différentes données en est rendue plus complexe.

Néanmoins, les approches développementales chez l'enfant comme les études chez l'adulte sain, ou encore chez les patients cérébro-lésés, laissent penser que l'élaboration du message verbal et celle du message gestuel partagent une même étape conceptuelle. Vont dans ce sens une série d'études menées auprès d'enfants (Iverson & Goldin-Meadow, 2005), ainsi que des travaux sur les gestes iconiques et métaphoriques (McNeill, 1985) ou encore symboliques (Bernardis & Gentilucci, 2006). De plus, cette étape commune serait sous-tendue par un recouvrement anatomique des zones traitant des deux aspects de la communication (Dick *et al.* 2009 ; Willems *et al.* 2007).

Mais, contrairement à ce que laisserait attendre l'approche de McNeill, cela ne semble pas exclure la présence d'interactions à d'autres niveaux que celui de la conceptualisation (De Ruiter, 2000 ; Gonseth *et al.*, 2013 ; Kita &

Özyürek, 2003). D'ailleurs, plusieurs modèles envisageant des interactions à des niveaux ultérieurs de la production du message tels que la planification ou l'articulation parlent d'un système unique de communication qui serait bimodal (Gonseth *et al.*, 2013 ; Kita & Özyürek, 2003). Cependant, les travaux répertoriés montrent qu'il reste difficile de s'accorder sur la nature de ces interactions. Tandis que certaines études chez l'enfant pendant la période d'acquisition du langage (Iverson & Goldin-Meadow, 2005) ou chez le patient aphasique (Hadar & Yadlin-Gedassy, 1994 ; Hadar *et al.*, 1998) mettent en évidence des interactions facilitatrices, d'autres suggèrent plutôt des interactions compétitives. Tel est le cas des études portant sur une tâche de communication référentielle chez le patient aphasique (Cocks *et al.*, 2010 ; Feyereisen *et al.*, 1988) qui suggèrent qu'une compétition entre les deux modalités de communication permet une compensation des troubles linguistiques par la communication non verbale gestuelle. Un moyen de résoudre ces contradictions serait de tenir compte des troubles praxiques souvent associés à l'aphasie (Hogrefe *et al.*, 2012 ; Mol *et al.*, 2013).

Ainsi, en accord avec notamment Butterworth et Hadar (1989) et Feyereisen (2007), nous plaçons en faveur d'une approche ne limitant pas les interactions entre la parole et les gestes co-verbaux à un système cognitif global de communication (McNeill, 1985) mais considérons qu'elles peuvent intervenir à différents niveaux allant de la conceptualisation à l'exécution du message.

Il reste cependant difficile 1. de déterminer si le système de communication global est bimodal ou si la parole et les gestes liés au discours renvoient à deux systèmes différents et 2. de distinguer ce qui relève de la facilitation de ce qui relève de la compétition (Feyereisen, 2007). Par ailleurs, la production de gestes nécessitant peu de ressources cognitives (Phillips, Tunstall, & Channon, 2007), la parole et les gestes co-verbaux pourraient être utilisés simultanément malgré des interactions compétitives.

La question de la nature des interactions entre parole et geste reste essentielle à déterminer. En effet, s'il s'agit d'interactions facilitatrices, cela signifie que la personne ayant une incapacité momentanée à retrouver le mot finira par le retrouver. Par contre, s'il s'agit d'interactions compétitives, le mot ne sera pas là, mais un geste pourra le remplacer.

Dans cette hypothèse, des ateliers de remédiation cognitive centrés sur l'encodage de gestes pourraient permettre au patient de mieux communiquer. Cependant, si certains troubles de la parole peuvent être récupérés via la rééducation et/ou la remédiation cognitive chez les patients aphasiques, ce n'est pas le cas pour les patients Alzheimer. À des stades

modérés du déficit verbal, il pourrait y avoir une facilitation de l'accès lexical par la production de gestes. À des stades avancés de la maladie, il est important de pouvoir tester le maintien d'une communication non verbale gestuelle voire la compensation des déficits verbaux par celle-ci.

Une formation du personnel soignant et des proches à l'encodage et au décodage des gestes co-verbaux pourrait contribuer à améliorer la qualité de vie du patient et de l'ensemble de son entourage (proches, personnel soignant). Ces prises en charge seraient sans doute optimisées si l'on évaluait les capacités de facilitation ou de compensation lors des épreuves réalisées au moment du diagnostic. Dans cette même perspective, il serait utile de savoir si la compensation des deux modalités se limite aux gestes co-verbaux ou si elle se généralise à l'ensemble des comportements non verbaux comme les mouvements de la tête ou les expressions faciales émotionnelles.

En conclusion, indépendamment de l'origine commune de la parole et des gestes et indépendamment du niveau auquel ils interagissent, il est primordial de prendre en compte les gestes dans la communication. Cela suppose, à un niveau fondamental, de préciser si ces interactions prennent la forme d'une facilitation ou d'une compétition.

Reçu le 13 juillet 2013.

Révision acceptée le 4 novembre 2014.

BIBLIOGRAPHIE

Andric, M., & Small, S. L. (2012). Gesture's neural language. *Frontiers in Psychology*, 3. doi:10.3389/fpsyg.2012.00099

Arbib, M. A. (1981). Perceptual structures and distributed motor control. In R. Terjung (Ed.), *Comprehensive Physiology*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Arbib, M. A. (2005). From monkey-like action recognition to human language: An evolutionary framework for neurolinguistics. *Behavioral and Brain Sciences*, 28. doi:10.1017/S0140525X05000038

Argyle, M. (1975). *Bodily communication*. London: Methuen.

Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 170-177. doi:10.1016/j.tics.2004.02.010

Bates, E., & Dick, F. (2002). Language, gesture, and the developing brain. *Developmental Psychobiology*, 40, 293-310. doi:10.1002/dev.10034

Beattie, G., & Shovelton, H. (1999). Do iconic hand gestures really contribute anything to the semantic information conveyed by speech? An experimental investigation. *Semiotica*, 123, 1-30. doi:10.1515/semi.1999.123.1-2.1

- Bernardis, P., & Gentilucci, M. (2006). Speech and gesture share the same communication system. *Neuropsychologia*, 44, 178-190. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2005.05.007
- Bruner, J. S. (1966). *Towards a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press.
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., ... Freund, H. J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *The European Journal of Neuroscience*, 13, 400-404.
- Butcher, C., & Goldin-Meadow, S. (2000). Gesture and the transition from one- to two-word speech: When hand and mouth come together. In D. McNeill, *Language and gesture* (pp. 235-258). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Butterworth, B., & Beattie, G. (1978). Gesture and silence as indicators of planning in speech. In R. Campbell, N. & P. T. Smith (Eds.), *Recent advances in the psychology of language: Formal and experimental approaches*. New York [u.a.]: Plenum Press.
- Butterworth, B., & Hadar, U. (1989). Gesture, speech, and computational stages: A reply to McNeill. *Psychological Review*, 96, 168-174. doi:10.1037/0033-295X.96.1.168
- Cantalupo, C., & Hopkins, W. D. (2001). Asymmetric Broca's area in great apes. *Nature*, 414, 505-505. doi:10.1038/35107134
- Capirci, O., Iverson, J. M., Pizzuto, E., & Volterra, V. (1996). Gestures and words during the transition to two-word speech. *Journal of Child Language*, 23, 645-673. doi:10.1017/S0305000900008989
- Carlomagno, S., & Cristilli, C. (2006). Semantic attributes of iconic gestures in fluent and non-fluent aphasic adults. *Brain and Language*, 99, 102-103. doi:10.1016/j.bandl.2006.06.061
- Cartmill, E. A., Beilock, S., & Goldin-Meadow, S. (2011). A word in the hand: action, gesture and mental representation in humans and non-human primates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367, 129-143. doi:10.1098/rstb.2011.0162
- Cicone, M., Wapner, W., Foldi, N., Zurif, E., & Gardner, H. (1979). The relation between gesture and language in aphasic communication. *Brain and Language*, 8, 324-349. doi:10.1016/0093-934X(79)90060-9
- Cochet, H., Jover, M., & Vauclair, J. (2011). Hand preference for pointing gestures and bimanual manipulation around the vocabulary spurt period. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 393-407. doi:10.1016/j.jecp.2011.04.009
- Cochet, H., & Vauclair, J. (2010). Pointing gesture in young children: Hand preference and language development. *Gesture*, 10, 129-149. doi:10.1075/gest.10.2-3.02coc
- Cocks, N., Dipper, L., Middleton, R., & Morgan, G. (2010). What can iconic gestures tell us about the language system? A case of conduction aphasia. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 46, 423-36. doi:10.3109/13682822.2010.520813.
- Colletta, J.-M. (2009). Comparative analysis of children's narratives at different ages: A multimodal approach. *Gesture*, 9, 61-96. doi:10.1075/gest.9.1.03col
- Condillac, E. B. (1746). *Essai sur l'origine des connaissances humaines*. Paris.
- Cook, S. W., & Goldin-Meadow, S. (2006). The role of gesture in learning: Do children use their hands to change their minds? *Journal of Cognition and Development*, 7, 211-232. doi:10.1207/s15327647jcd0702_4
- Corballis, M. C. (2002). *From hand to mouth: the origins of language*. Princeton, N.J. ; Woodstock: Princeton University Press.
- Corballis, M. C. (2009). The evolution of language. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 19-43. doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04423.x

- Corraze, J. (1980). *Les communications non-verbales*. Paris : Presses universitaires de France.
- Darwin, C. (1872). *L'expression des émotions chez l'homme et les animaux*. Paris : Ed. Payot & Rivages.
- Davis, S. A., Artes, R., & Hoops, R. (1979). Verbal expression and expressive pantomime in aphasic patients. In Y. Lebrun & R. Hoops (Eds.), *Problems of aphasia* (pp. 109-123). Lisse [Netherlands]: Swets & Zeitlinger.
- De Ajuriaguerra, J., Hécaen, H., & Angelergues, R. (1960). Les apraxies : variétés cliniques et latéralisation lésionnelle. *Revue Neurologique*, 102, 566-594.
- Decety, J., Grèzes, J., Costes, N., Perani, D., Jeannerod, M., Procyk, E., ... Fazio, F. (1997). Brain activity during observation of actions. Influence of action content and subject's strategy. *Brain: A Journal of Neurology*, 120, 1763-1777.
- De Renzi, E., Motti, F., & Nichelli, P. (1980). Imitating gestures: A quantitative approach to ideomotor apraxia. *Archives of Neurology*, 37, 6-10. doi:10.1001/archneur.1980.00500500036003
- De Ruiter, J. P. (2000). The production of gesture and speech. In D. McNeill, *Language and gesture*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Dick, A. S., Goldin-Meadow, S., Hasson, U., Skipper, J. I., & Small, S. L. (2009). Co-speech gestures influence neural activity in brain regions associated with processing semantic information. *Human Brain Mapping*, 30, 3509-3526. doi:10.1002/hbm.20774
- Emmorey, K. (2002). *Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G., & Rizzolatti, G. (1995). Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, 73, 2608-2611.
- Ferrari, P. F., Gallese, V., Rizzolatti, G., & Fogassi, L. (2003). Mirror neurons responding to the observation of ingestive and communicative mouth actions in the monkey ventral premotor cortex. *European Journal of Neuroscience*, 17, 1703-1714. doi:10.1046/j.1460-9568.2003.02601.x
- Feyereisen, P. (1982). Temporal distribution of co-verbal hand movements. *Ethology and Sociobiology*, 3, 1-9. doi:10.1016/0162-3095(82)90026-7
- Feyereisen, P. (1983). Manual activity during speaking in aphasic subjects. *International Journal of Psychology*, 18, 545-556. doi:10.1080/00207598308247500
- Feyereisen, P. (1987). Gestures and speech, interactions and separations: A reply to McNeill (1985). *Psychological Review*, 94, 493-498. doi:10.1037/0033-295X.94.4.493
- Feyereisen, P. (1997). The competition between gesture and speech production in dual-task paradigms. *Journal of Memory and Language*, 36, 13-33. doi:10.1006/jmla.1995.2458
- Feyereisen, P. (2007). How do gesture and speech production synchronise? *Current Psychology Letters. Behaviour, Brain & Cognition*, 22. Retrieved from <http://cpl.revues.org/1561>
- Feyereisen, P., Barter, D., Goossens, M., & Clerehugh, N. (1988). Gestures and speech in referential communication by aphasic subjects: Channel use and efficiency. *Aphasiology*, 2, 21-31. doi:10.1080/02687038808248884
- Feyereisen, P., Berrewaerts, J., & Hupet, M. (2007). Pragmatic skills in the early stages of Alzheimer's disease: an analysis by means of a referential communication task. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 42, 1-17. doi:10.1080/13682820600624216
- Feyereisen, P., & de Lannoy, J.-D. (1990). *Psychologie du geste*. Mardaga.
- Feyereisen, P., & de Lannoy, J.-D. (1991). *Cognitive approaches. In Gestures and speech: psychological investigations* (pp.

- 71-103). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gallagher, H. L., & Frith, C. D. (2004). Dissociable neural pathways for the perception and recognition of expressive and instrumental gestures. *Neuropsychologia*, 42, 1725-1736. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2004.05.006
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119, 593-609. doi:10.1093/brain/119.2.593
- Gardner, R. A., & Gardner, B. T. (1969). Teaching Sign Language to a Chimpanzee. *Science*, 165, 664-672. doi:10.1126/science.165.3894.664
- Gentilucci, M., & Dalla Volta, R. (2008). Spoken language and arm gestures are controlled by the same motor control system. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 944-957. doi:10.1080/17470210701625683
- Genty, E., Breuer, T., Hobaiter, C., & Byrne, R. W. (2009). Gestural communication of the gorilla (*Gorilla gorilla*): repertoire, intentionality and possible origins. *Animal Cognition*, 12, 527-546. doi:10.1007/s10071-009-0213-4
- Goldin-Meadow, S. (2003). *Hearing gesture: how our hands help us think*. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press.
- Goldin-Meadow, S. (2010). Le rôle des gestes dans la création et l'acquisition du langage. *Enfance*, 239-255. doi:10.4074/S0013754510003034
- Goldin-Meadow, S., & Butcher, C. (2003). Pointing: Where language, culture, and cognition meet. In S. Kita, *Pointing: where language, culture, and cognition meet* (pp. 85-107). Mahwah, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Goldin-Meadow, S., Cook, S. W., & Mitchell, Z. A. (2009). Gesturing gives children new ideas about math. *Psychological Science*, 20, 267-272. doi: 10.1111/j.1467-9280.2009.02297.x
- Gonseth, C., Vilain, A., & Vilain, C. (2013). An experimental study of speech/gesture interactions and distance encoding. *Speech Communication*, 55, 553-571. doi:10.1016/j.specom.2012.11.003
- Grezes, J. (1998). Top down effect of strategy on the perception of human biological motion: a pet investigation. *Cognitive Neuropsychology*, 15, 553-582. doi:10.1080/026432998381023
- Hadar, U., & Butterworth, B. (1997). Iconic gestures, imagery, and word retrieval in speech. *Semiotica*, 115, 147-172.
- Hadar, U., Wenkert-Olenik, D., Krauss, R., & Soroker, N. (1998). Gesture and the processing of speech: neuropsychological evidence. *Brain and Language*, 62, 107-126. doi:10.1006/brln.1997.1890
- Hadar, U., & Yadin-Gedassy, S. (1994). Conceptual and lexical aspects of gesture: Evidence from aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 8, 57-65. doi:10.1016/0911-6044(94)90007-8
- Heilman, K. M., Gonyea, E. E., & Geschwind, N. (1974). Apraxia and agraphia in a right-hander. *Cortex*, 10, 284-288.
- Hewes, G. W. (1973). Primate communication and the gestural origins of language. *Current Anthropology*, 14, 5-24.
- Hobaiter, C., & Byrne, R. W. (2011). Serial gesturing by wild chimpanzees: Its nature and function for communication. *Animal Cognition*, 14, 827-838. doi:10.1007/s10071-011-0416-3
- Hogrefe, K., Ziegler, W., Weidinger, N., & Goldenberg, G. (2012). Non-verbal communication in severe aphasia: Influence of aphasia, apraxia, or semantic processing? *Cortex*, 48, 952-962. doi:10.1016/j.cortex.2011.02.022
- Hopkins, W. D., & Cantero, M. (2003). From hand to mouth in the evolution of language: the influence of vocal behavior on lateralized hand use in manual gestures by chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Developmental Science*, 6, 55-61. doi:10.1111/1467-7687.00254

- Hopkins, W. D., Russel, J., Freeman, H., Buehler, N., Reynolds, E., & Schapiro, S. J. (2005). The Distribution and Development of Handedness for Manual Gestures in Captive Chimpanzees (Pan troglodytes). *Psychological Science*, 16, 487-493. doi:10.1111/j.0956-7976.2005.01561.x
- Hostetter, A. B., & Alibali, M. W. (2008). Visible embodiment: Gestures as simulated action. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 495-514. doi:10.3758/PBR.15.3.495
- Howard, D., & Patterson, K. (1992). *The Pyramids and Palm Tree Test*. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.
- Iriki, A., & Taoka, M. (2011). Triadic (ecological, neural, cognitive) niche construction: a scenario of human brain evolution extrapolating tool use and language from the control of reaching actions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367, 10-23. doi:10.1098/rstb.2011.0190
- Iverson, J. M. (2010). Multimodality in infancy: Vocal-motor and speech-gesture coordinations in typical and atypical development. *Enfance*, 3, 257-274. doi:10.4074/S0013754510003046
- Iverson, J. M., Capirci, O., & Caselli, M. C. (1994). From communication to language in two modalities. *Cognitive Development*, 9, 23-43. doi:10.1016/0885-2014(94)90018-3
- Iverson, J. M., & Goldin-Meadow, S. (2005). Gesture paves the way for language development. *Psychological Science*, 16, 367-371. doi:10.1111/j.0956-7976.2005.01542.x
- Jacob, P. (2007). Neurones miroir, résonance et cognition sociale. *Psychologie Française*, 52, 299-314. doi:10.1016/j.psfr.2007.05.003
- Jacob, P., & Jeannerod, M. (2005). The motor theory of social cognition: A critique. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 21-25. doi:10.1016/j.tics.2004.11.003
- Jeannerod, M., & Biguer, B. (1982). Visuomotor mechanisms in reaching within extra-personal space. In D. J. Ingle, R. J. W. Mansfield, M. A. Goodale (Eds.), *Advances in the analysis of visual behavior*. MIT Press.
- Kelso, J. A. S., Tuller, B., & Harris, K., S. (1983). A "dynamic pattern" perspective on the control and coordination of movement. In P. F. MacNeilage (Ed.), *The Production of speech* (pp. 137-173). Springer-Verlag.
- Kendon, A. (2004). Gesture studies in the twentieth century. In *Gesture: visible action as utterance* (pp. 69-73). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kimura, D. (1973). Manual activity during speaking— I. Right-handers. *Neuropsychologia*, 11, 45-50. doi:10.1016/0028-3932(73)90063-8
- Kircher, T., Straube, B., Leube, D., Weis, S., Sachs, O., Willmes, K., ... Green, A. (2009). Neural interaction of speech and gesture: Differential activations of metaphoric co-verbal gestures. *Neuropsychologia*, 47, 169-179. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2008.08.009
- Kita, S., & Özyürek, A. (2003). What does cross-linguistic variation in semantic coordination of speech and gesture reveal?: Evidence for an interface representation of spatial thinking and speaking. *Journal of Memory and Language*, 48, 16-32. doi:10.1016/S0749-596X(02)00505-3
- Knecht, S. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123, 2512-2518. doi:10.1093/brain/123.12.2512
- Krauss, R. M., Chen, Y., & Gottesman, R. F. (2000). Lexical Gestures and Lexical Access: A Process Model. In *Language and gesture* (McNeill, D., pp. 261-283). Cambridge ; New York: Cambridge University Press.
- Krauss, R. M., Morrel-Samuels, P., & Colasante, C. (1991). Do conversational hand gestures communicate? *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 743-754. doi:10.1037//0022-3514.61.5.743
- Leavens, D. A., Russell, J. L., & Hopkins, W. D. (2009). Multimodal communication by captive chimpanzees (Pan

- troglodytes). *Animal Cognition*, 13, 33-40. doi:10.1007/s10071-009-0242-z
- Levelt, W. J. ., Richardson, G., & La Heij, W. (1985). Pointing and voicing in deictic expressions. *Journal of Memory and Language*, 24, 133-164. doi:10.1016/0749-596X(85)90021-X
- Liebal, K., Pika, S., & Tomasello, M. (2006). Gestural communication of orangutans (*Pongo pygmaeus*). *Gesture*, 6, 1-38.
- Liszkowski, U. (2005). Human twelve-month-olds point cooperatively to share interest with and helpfully provide information for a communicative partner. *Gesture*, 5, 135-154. doi:10.1075/gest.5.1.11lis
- Marcos, L. R. (1979). Nonverbal behavior and thought processing. *Archives of General Psychiatry*, 36, 940. doi:10.1001/archpsyc.1979.01780090026003
- Masataka, N. (2001). Why early linguistic milestones are delayed in children with Williams syndrome: late onset of hand banging as a possible rate-limiting constraint on the emergence of canonical babbling. *Developmental Science*, 4, 158-164. doi:10.1111/1467-7687.00161
- McNeill, D. (1985). So you think gestures are nonverbal? *Psychological Review*, 92, 350-371. doi:10.1037/0033-295X.92.3.350
- McNeill, D. (1987). So you do think gestures are nonverbal: Reply to Feyereisen (1987). *Psychological Review*, 94, 499-504. doi:10.1037/0033-295X.94.4.499
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: what gestures reveal about thought*. Chicago: University of Chicago Press.
- McNeill, D. (2000). *Language and gesture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McNeill, D. (2005). *Gesture and thought*. Chicago, Ill. ; Bristol: University of Chicago Press ; University Presses Marketing [distributeur].
- McNeill, D., Bertenthal, B., Cole, J., & Gallagher, S. (2005). Gesture-first, but no gestures? *Behavioral and Brain Sciences*, 28. doi:10.1017/S0140525X05360031
- McNeill, D., & Duncan, S. (2000). *Growth points in thinking-for-speaking*. In McNeill, D. (Ed.), *Language and gesture* (pp. 141-161). Cambridge: Cambridge University Press.
- Melinger, A., & Levelt, W. J. (2004). Gesture and the communicative intention of the speaker. *Gesture*, 4, 119-141.
- Miles, H. (1990). The cognitive foundations for reference in a signalling orangutan. In S. T. Parker & K. R. Gibson (Eds.), *"Language" and intelligence in monkeys and apes: comparative developmental perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mol, L., Krahmer, E., & van de Sandt-Koenderman, M. (2013). Gesturing by speakers with aphasia: How does it compare? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56, 1224-1236. doi:10.1044/1092-4388(2012/11-0159)
- Özçalışkan, Ş., & Goldin-Meadow, S. (2005). Gesture is at the cutting edge of early language development. *Cognition*, 96, B101-B113. doi:10.1016/j.cognition.2005.01.001
- Phillips, L. H., Tunstall, M., & Chanon, S. (2007). Exploring the role of working memory in dynamic social cue decoding using dual task methodology. *Journal of Nonverbal Behavior*, 31, 137-152. doi:10.1007/s10919-007-0026-6
- Piaget, J. (1945). *La formation du symbole chez l'enfant*. Neufchâtel: Delachaux & Niestlé.
- Pika, S., Liebal, K., & Tomasello, M. (2003). Gestural communication in young gorillas (*Gorilla gorilla*): gestural repertoire, learning, and use. *American Journal of Primatology*, 60, 95-111. doi:10.1002/ajp.10097
- Pika, S., & Mitani, J. (2006). Referential gestural communication in wild chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Current Biology*, 16, R191-192. doi:10.1016/j.cub.2006.02.037
- Pinker, S. (1999). *L'instinct du langage*. Paris : Odile Jacob.

- Rimé, B., & Schiaratura, L. T. (1991). Gesture and Speech. In R. S. Feldman & B. Rimé, *Fundamentals of nonverbal behavior* (pp. 239-281). Cambridge: Cambridge University Press; Editions de la Maison des Sciences de l'Homme.
- Rizzolatti, G., & Arbib, M. A. (1998). Language within our grasp. *Trends in Neurosciences*, 21, 188-194. doi:10.1016/S0166-2236(98)01260-0
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Research. Cognitive Brain Research*, 3, 131-141.
- Sainsbury, P., & Wood, E. (1977). Measuring gesture: its cultural and clinical correlates. *Psychological Medicine*, 7, 63. doi:10.1017/S003329170002314X
- Savage-Rumbaugh, S., McDonald, K., Sevcik, R. A., Hopkins, W. D., & Rubert, E. (1986). Spontaneous symbol acquisition and communicative use by pygmy chimpanzees (*Pan paniscus*). *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 211-235.
- Schel, A. M., Townsend, S. W., Machanda, Z., Zuberbühler, K., & Slocombe, K. E. (2013). Chimpanzee alarm call production meets key criteria for intentionality. *PLoS ONE*, 8, e76674. doi:10.1371/journal.pone.0076674
- Schiaratura, L. T. (2008). La communication non verbale dans la maladie d'Alzheimer. *Psychologie & Neuropsychiatrie Du Vieillessement*, 6, 183-188. doi:10.1684/pnv.2008.0140
- Schiaratura, L. T. (2013). Analyse et interprétation psychologiques des comportements corporels en situation de communication interpersonnelle. *Methodos*, 13. doi:10.4000/methodos.3013
- Selnes, O. A., Rubens, A. B., Risse, G. L., & Levy, R. S. (1982). Transient aphasia with persistent apraxia: Uncommon sequela of massive left-hemisphere stroke. *Archives of Neurology*, 39, 122-126. doi: 10.1001/archneur.1982.00510140056015
- Skipper, J. I., Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H. C., & Small, S. L. (2007). Speech-associated gestures, Broca's area, and the human mirror system. *Brain and Language*, 101, 260-277. doi:10.1016/j.bandl.2007.02.008
- Steele, J., Ferrari, P. F., & Fogassi, L. (2012). From action to language: comparative perspectives on primate tool use, gesture and the evolution of human language. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367, 4-9. doi:10.1098/rstb.2011.0295
- Stout, D., & Chaminade, T. (2012). Stone tools, language and the brain in human evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367, 75-87. doi:10.1098/rstb.2011.0099
- Straube, B., Green, A., Weis, S., Chatterjee, A., & Kircher, T. (2009). Memory effects of speech and gesture binding: Cortical and hippocampal activation in relation to subsequent memory performance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 821-836. doi:10.1162/jocn.2009.21053
- Tagliatalata, J. P., Russell, J. L., Schaeffer, J. A., & Hopkins, W. D. (2008). Communicative Signaling Activates "Broca's" Homolog in Chimpanzees. *Current Biology*, 18, 343-348. doi:10.1016/j.cub.2008.01.049
- Tomasello, M., Call, J., Nagell, K., Olguin, R., & Carpenter, M. (1994). The learning and use of gestural signals by young chimpanzees: A trans-generational study. *Primates*, 35, 137-154. doi:10.1007/BF02382050
- Tomasello, M., & Carpenter, M. (2007). Shared intentionality. *Developmental Science*, 10, 121-125. doi:10.1111/j.1467-7687.2007.00573.x
- Tomasello, M., Carpenter, M., & Liszkowski, U. (2007). A new look at infant pointing. *Child Development*, 78, 705-722. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01025.x
- Tomasello, M., George, B. L., Kruger, A. C., Jeffrey, M., Farrar, & Evans, A. (1985). The development of gestural communication

- in young chimpanzees. *Journal of Human Evolution*, 14, 175-186. doi:10.1016/S0047-2484(85)80005-1
- Tomasello, M., Gust, D., & Frost, G. T. (1989). A longitudinal investigation of gestural communication in young chimpanzees. *Primates*, 30, 35-50. doi:10.1007/BF02381209
- Tomasello, M., Melis, A. P., Tennie, C., Wyman, E., & Herrmann, E. (2012). Two key steps in the evolution of human cooperation: The interdependence hypothesis. *Current Anthropology*, 53, 673-692. doi:10.1086/668207
- Tran, T. M., Dasse, P., Letellier, L., Lubjinkowic, C., Thery, J., & Mackowiak, M.-A. (2012). Les troubles du langage inauguraux et démence: étude des troubles lexicaux auprès de 28 patients au stade débutant de la maladie d'Alzheimer. *SHS Web of Conferences*, 1, 1659-1672. doi:10.1051/shsconf/20120100211
- Van der Meulen, I., van de Sandt-Koenderman, W. M. E., Duivenvoorden, H. J., & Ribbers, G. M. (2010). Measuring verbal and non-verbal communication in aphasia: Reliability, validity, and sensitivity to change of the Scenario Test. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 45, 424-435. doi:10.3109/13682820903111952
- Vauclair, J., & Imbault, J. (2009). Relationship between manual preferences for object manipulation and pointing gestures in infants and toddlers. *Developmental Science*, 12, 1060-1069. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00850.x
- Vico, G. (1744). *Principes d'une science nouvelle relative à la nature commune des nations*. (Pons, A., Trans.). Paris : Fayard.
- Wagner, P., Malisz, Z., & Kopp, S. (2014). Gesture and speech in interaction: An overview. *Speech Communication*, 57, 209-232. doi:10.1016/j.specom.2013.09.008
- Willems, R. M., & Hagoort, P. (2007). Neural evidence for the interplay between language, gesture, and action: A review. *Brain and Language*, 101, 278-289.
- Willems, R. M., Ozyurek, A., & Hagoort, P. (2007). When language meets action: The neural integration of gesture and speech. *Cerebral Cortex*, 17, 2322-2333. doi:10.1093/cercor/bhl141
- Wilson, S. M., Molnar-Szakacs, I., & Iacoboni, M. (2008). Beyond superior temporal cortex: intersubject correlations in narrative speech comprehension. *Cerebral Cortex*, 18, 230-242. doi:10.1093/cercor/bhm049