

**Reconnaître l'usage de l'outil.  
Etude préliminaire chez  
l'enfant de 4 à 7 ans.**

Gaillard, F.

Approche Neuropsychologique des  
Apprentissages chez l'Enfant, 2006, 18(3-4), pp.  
151-158.

**Reconnaître l'usage de l'outil. Etude préliminaire chez l'enfant de 4 à 7 ans.****Résumé**

La reconnaissance du bon geste d'utilisation de 30 outils familiers est étudiée chez 100 enfants tout-venant âgé de 4 à 7 ans. Les résultats montrent un développement progressif de la reconnaissance, parallèle à la praxie (pantomime), avec une avance d'environ une année sur elle. Si les deux tâches sont corrélées, de nombreuses exceptions chez l'enfant plaident pour des systèmes cérébraux fonctionnels différents, comme cela a été démontré chez l'adulte. L'enfant peut parfaitement connaître l'outil et évoquer verbalement son usage sans que la reconnaissance de la photographie du bon geste d'utilisation soit assurée. Il peut reconnaître le bon geste et réaliser une pantomime très différente.

**Mots clés : utilisation de l'outil, reconnaissance visuelle, praxie, écolier.**

**Tool-use recognition in children aged 4-7.****Summary**

We studied tool-use recognition in normal children aged four to seven. Results show a progressive development of recognition which parallels the executive praxia (pantomime), and reveal an advance of recognition over execution corresponding approximately to one year. If the two tasks are positively correlated, numerous exceptions plead for different brain functional systems, as it has been evidenced in adults. The child can name the tool and evoke verbally its use without recognizing the correct picture of its use. He can recognize well the correct picture without realizing a corresponding pantomime.

**Key words : tool-use, visual recognition, praxia, schoolchildren.**

## ***Reconnaître l'usage de l'outil. Etude préliminaire chez l'enfant de 4 à 7 ans.***

### ***Introduction***

Sous l'appellation « mirror neuron systems » ont été découvertes chez le singe, puis identifiées chez l'homme, les structures nerveuses qui reconnaissent certains gestes manuels exécutés par autrui. Il s'agit de gestes différenciés, qui satisfont la définition des praxies : des actes moteurs appris, exercés au cours du développement et orientés vers un but. Ces gestes sont simples, comme par exemple la saisie d'un objet par la pince pouce-index. Reconnaître les actions d'autrui est une compétence dont nous commençons seulement à réaliser le rôle dans le développement cognitif [18].

Les outils sont des objets nécessairement associés à leur usage, c'est-à-dire à des gestes manuels précis. Ils offrent donc un moyen privilégié d'étudier la manipulation, sa reconnaissance et son mime.

Les réseaux nerveux qui reconnaissent les actions d'autrui recouvrent en partie les réseaux qui calibrent les gestes à exécuter. Ce constat suggère que l'être vivant disposant d'un tel cerveau est neurologiquement social.

Pour qui se rattache à Wallon ou Vygotsky, par exemple, il peut paraître curieux qu'on démontre au XXI<sup>e</sup>. siècle seulement les relations entre sensori-motricité et cognition, entre sensori-motricité et lien social, compréhension d'autrui et sentiment de soi, comme nous allons le voir. Depuis les travaux de ces précurseurs, le silence scientifique aura duré plus d'un demi-siècle.

Les découvertes récentes concernent l'adulte et se fondent sur l'imagerie cérébrale. Nous présentons ici les résultats provisoires d'une étude

comportementale sur le développement entre 4 et 7 ans de la reconnaissance des gestes d'utilisation d'outils.

### **Littérature scientifique**

Il n'y a pas mention d'articles scientifiques traitant de la reconnaissance des gestes avant 1980, ni dans «PsychINFO» ni dans «MEDLINE» (Le désert mentionné plus haut, même si l'on tient compte du développement des banques informatisées). C'est depuis les années 90 que l'on recense ce terme dans les deux banques. Il y a davantage de références en psychologie (30 entre 1981 et 2006) qu'en médecine (21). Par ailleurs, le faisceau d'intérêts apparaît comme beaucoup plus large en psychologie: quatorze travaux sur l'intelligence artificielle (reconnaissance automatique des gestes), deux en psychologie culturelle (invariants et différences), deux en psychologie sociale (communication dans le couple), un sur la gestuelle du chef d'orchestre. A relever que même dans les sciences de l'ingénieur, l'enjeu social de la reconnaissance des gestes est pris en compte: traducteurs de la langue des signes, développement de robots « sociaux», construits comme «compagnons» de l'homme.

La littérature scientifique qui nous intéresse plus particulièrement traite de la lecture des gestes dans les domaines de l'Evolution, du développement de l'utilisation d'objets chez le bébé, des apraxies, enfin du fonctionnement cérébral chez l'observateur.

#### *L'Evolution*

Bradshaw [5,6] de même que Reynolds [20] discutent l'apparition simultanée des outils et du langage, représentant un bond en avant dans le développement de la cognition avec l'évolution des espèces. Ils soulignent l'importance de la

spécialisation cérébrale sous forme de latéralisation structurale et fonctionnelle.

De nombreux éthologues ont étudié l'acquisition de l'outil chez les primates [par ex. 23]. Certains soulignent l'importance de l'exemple donné par l'aîné qui déclenche l'imitation de l'usage de l'instrument chez le jeune [3]. La compréhension subite du lien entre cause et effets (obtenir une nourriture, notamment) invite à l'essai par soi-même, porte ouverte sur une forme d'identification, celle des utilisateurs d'instruments, celle des connaisseurs. L'apprentissage devient donc social [24] et l'identification conduit à une nouvelle connaissance, une reconnaissance de soi-même [1], une forme de conscience de soi [3,5,6,24].

### **Le développement de l'utilisation d'objets chez le bébé humain**

Barrett publie en 2004 sa thèse sur l'usage par imitation d'un objet nouveau par rapport aux instruments quotidiens telle la cuiller [4]. Le nouvel objet est formé d'une anse et d'une tige. L'expérimentateur montre l'usage de l'instrument, à saisir par l'anse, et à introduire dans un tube pour obtenir de la nourriture. Ils observent que les petits humains étendent le déjà connu aux objets nouveaux et résistent à l'apprentissage par imitation. Le nouvel objet est en effet régulièrement saisi comme la cuiller, par le manche, et ne peut plus être utilisé pour extraire la nourriture du tube. L'aspect de saisie semble donc primer au début du développement sur l'apprentissage fonctionnel (apprendre comment utiliser l'outil par simple exposition à l'exemple). L'apprentissage de la fonction des outils est donc secondaire au défi de la saisie. Pour le bébé, la motricité manuelle compte d'abord, la raison de la saisie, ensuite. C'est une claire distinction entre la sensori-motricité dans la praxie et la sémantique ou la conception du geste,

distinction chère aux anglo-saxons dans l'identification des formes d'apraxie chez les patients neurologiques.

*Les apraxies*

Les pathologies neurologiques de l'adulte confirment que la perception de l'objet passe par une analyse double, d'une part celle de ses caractéristiques en vue de la saisie, d'autre part, celle de sa fonction. La première analyse extrait les paramètres qui permettront le calibrage moteur de la main et la seconde réunit les attributs signifiants de l'objet en une représentation unifiée, à des fins de reconnaissance et d'usage pertinent. La première est dite pragmatique, la seconde sémantique [17]. Goodale et al., 1991 et Jeannerod, 1994 publient deux cas montrant une double dissociation [13,16]. Le premier cas, une femme de 35 ans victime d'une lésion temporo-occipitale bilatérale, ne reconnaît plus les objets visuellement mais présente une saisie remarquablement calibrée de divers volumes géométriques. Le second cas est celui d'une femme également de 35 ans, souffrant d'une lésion plus haute du système visuel associatif, dans les régions pariéto-occipitales. Le calibrage de la main pour saisir les volumes est perturbé, tandis que la même main s'empare très délicatement d'un tube de rouge à lèvres. Autrement dit, la reconnaissance d'objets familiers permet le formatage de la main.

Buxbaum et al., 1997, opposent deux patients avec détérioration de type Alzheimer, dont l'un manifeste des troubles de la mémoire sémantique: la mémoire fonctionnelle et associative qui concerne les objets est atteinte [7]. Par contre, le patient agit normalement dans un contexte naturel. L'autre patient, au contraire, dénomme et explique l'usage des objets mais les sélectionne pragmatiquement très mal et se trompe d'usage dans le contexte naturel. Ces auteurs montrent aussi par cette confrontation

que la mémoire sémantique n'est ni nécessaire ni suffisante pour assurer le bon usage des objets en situation naturelle.

En 2000, une nouvelle double dissociation est présentée qui oppose la fonctionnalité à la « manipulabilité » dans des tests soit déclaratifs et sémantiques (nommer, expliquer l'usage) soit pragmatiques, où le patient manipule directement l'objet [8]. On rencontre la double dissociation neuropsychologique, en particulier le cas où le patient se trompe de manipulation après avoir décrit la fonction de l'outil. Reconnaissance de la manipulation et reconnaissance de l'objet et de son usage par le langage sont donc deux compétences que l'on peut rencontrer dissociées.

### **Le fonctionnement cérébral chez l'observateur**

La première démonstration par stimulation magnétique transcrânienne de l'existence d'un système de neurones-miroirs chez l'homme est réalisée par Fadiga et al. en 1995 [12]. Comme pour la découverte princeps chez le singe, il s'agissait de démontrer que le système nerveux central de l'homme réagit à l'observation de certains gestes particuliers. Or, cette observation sollicite les régions qui sont nécessaires à l'exécution des mêmes gestes, en incluant l'aide de Broca.

En 1997, Grafton et al. [14] soumettent des adultes à la seule observation d'outils réels (3D), sans activité, accompagnée de leur dénomination silencieuse et de l'évocation silencieuse de leur usage. Les sujets subissent une imagerie cérébrale par PET-scan pendant les tâches. Les résultats sont les premiers à plaider pour une valence motrice de la reconnaissance visuelle d'outils. En effet, la simple observation mobilise le cortex prémoteur dorsal gauche.

La dénomination en langage intérieur ajoute la participation de l'aire de Broca.

L'évocation mentale verbale de l'usage des outils mobilise un réseau formé du cortex prémoteur dorsal, du cortex prémoteur ventral et de l'aire motrice supplémentaire dans l'hémisphère gauche. L'activation prémotrice dorsale est augmentée par rapport à la simple observation des mêmes objets. Les auteurs concluent que le cortex prémoteur « détient » les schémas d'utilisation des outils et que l'activation de ces schémas est nécessaire pour comprendre la sémantique des objets.

En 1998, Rizzolatti & Arbib reprennent l'interprétation de leurs découvertes [22]. Le système de neurones-miroirs prouve l'existence de deux types de liens, personnel et interrelationnel. Au niveau personnel, le système témoigne de l'appariement entre le geste perçu et le geste potentiellement mobilisable. A la suite de la sollicitation sensorielle, il y a, chez le spectateur, sollicitation de sa propre motricité. Ce système revêt une importance critique pour comprendre le contenu des gestes, pour apprendre les gestes et pour s'en souvenir dans une utilisation ultérieure.

Au niveau interrelationnel, le système permet le saut d'une imitation motrice pour soi vers une communication gestuelle, vers un langage par gestes.

Dans sa thèse publiée en 2000, Creem prouve par imagerie cérébrale fonctionnelle la mobilisation des aires frontales prémotrices et temporales inférieures dans la perception et la dénomination des objets saisissables, qu'ils soient des outils ou non [10]. Le système nerveux visuomoteur est suffisant pour calibrer la simple saisie d'un objet quelconque. Par contre, la saisie appropriée à l'identité fonctionnelle de l'outil demande une interaction entre le système visuomoteur et d'autres systèmes cognitifs.



L'IRM fonctionnelle a été utilisée chez 10 adultes exposés à des images d'outils et priés de les nommer [9]. Les chercheurs confirment que la vue d'images d'outils active les régions associées au répertoire moteur. La vue et la dénomination d'outils activent sélectivement le cortex prémoteur ventral gauche, mais aussi le cortex pariétal postérieur gauche. En d'autres termes, la vision d'objets manipulables réveille l'information sur les actes d'utilisation, le pourquoi (objectif, intention, sémantique) et le comment (pragmatique).

Par tomographie à émission de positons, le réseau nerveux de traitement des outils et des actions d'utilisation a été identifié chez l'adulte normal [19]. Ce réseau implique au moins le cortex prémoteur ventral, le gyrus temporal postérieur médian et le sillon intrapariétal. Ce réseau réagit à la vue d'objets, même non manipulables, mais il s'active davantage à la vue d'objets manipulables. Ils concluent que la représentation des outils comprend les composantes de l'action sur eux. En d'autres termes, leur étude les conduits à adopter la théorie motrice de la reconnaissance des outils.

Jeannerod ajoute au dossier des relations entre exécutant et observateur les découvertes relatives non plus aux actions mais aux parties du corps et aux acteurs [18]. L'aire corporelle extrastrée EBA, dans le cortex temporo-occipital latéral, répond à l'image visuelle des parties du corps d'autrui [11]. La vue des parties du corps d'autrui suscite donc automatiquement des inférences sur les actions d'autrui et sur ses intentions. Comme pour la théorie du système de neurones-miroirs, la reconnaissance des gestes d'autrui est possible grâce à la référence sur soi. Autrement dit, l'action observée est appariée au répertoire d'actions, au lexique gestuel de l'observateur.

Or le groupe d'Astafiev démontre récemment par imagerie cérébrale fonctionnelle que les centres EBA

répondent aussi aux mouvements du corps propre, même en l'absence d'indices visuels, c'est-à-dire par proprioception [2].

Jeannerod [18] propose donc l'existence d'un système nerveux capable non seulement de différencier les actions d'autrui (EBA) mais en même temps de distinguer l'acteur, le sujet lui-même ou la personne autre. Partant, ce système contribuerait à la distinction moi-autrui par les mouvements.

A la lecture de cette littérature, et parfois de quelques interprétations à notre avis audacieuses (Rizzolatti [21] parle par exemple de neurologie de l'empathie), nous suggérons d'introduire la notion d'interobjectivité, pour jouer de prudence. L'interobjectivité désignerait toute prise d'information automatique lorsque deux être vivants, au mieux de la même espèce, sont mis en présence. Elle est le premier stade de la communication, livrée, dans l'apprentissage social, à des traitements subséquents comme l'intentionnalité et les émotions, qui la transforment en intersubjectivité.

Quoi qu'il en soit, ces découvertes récentes montrent la pertinence d'une neurocognition et particulièrement de la reconnaissance visuelle de l'usage des objets pour la communication, l'établissement des liens sociaux et les apprentissages.

### **L'enfant reconnaît l'usage de l'outil, entre 4 et 7 ans**

#### **Hypothèses**

Notre contribution vise à illustrer le développement de la reconnaissance du bon usage de l'outil chez l'enfant avec l'hypothèse principale que cette

reconnaissance évolue avec l'âge comme toute compétence cognitive.

Nous étudions le lien entre la reconnaissance de l'usage de l'objet et son usage mimé, en postulant que ce lien est très étroit.

Afin de s'assurer qu'on ne demande pas l'impossible à l'enfant, nous demandons, avant les épreuves de reconnaissance praxique et de pantomime, de nommer l'objet présenté par photographie et de verbaliser son usage. Les rapports entre les épreuves praxiques et le langage seront étudiés, avec l'hypothèse que la dénomination de l'objet et la dénomination de son usage sont en relation avec les compétences praxiques. Nous ne risquons pas beaucoup en émettant cette hypothèse, tant est fort le facteur de développement cognitif à ces âges. Ce seront donc les exceptions à la règle qui attireront particulièrement notre attention.

#### *Méthode*

##### *Population*

Une douzaine d'enfants d'âges divers se sont prêtés volontairement au tout premier test du matériel visant à fixer la tranche d'âge à étudier. Quelques enfants présentant une dyspraxie développementale ont été ajoutés à l'échantillon préparatoire.

L'expérience s'est déroulée du 31 octobre au 2

décembre 2005 dans les écoles publiques de Renens, ville industrielle de Suisse romande comprenant une forte main-d'œuvre immigrée. Les écoliers n'ont pas été sélectionnés. Le tableau 1 décrit l'échantillon de l'épreuve préliminaire.

Tableau 1. Nombre d'enfants examinés par degré scolaire et par sexe.

	DEGRÉ			Total
	Mat.I	Mat. II	CP	
Sexe masculin	13	22	17	52
féminin	10	18	20	48
Total	23	40	37	100

Les enfants de maternelle I (première année d'école enfantine dans notre région) étaient âgés de 51 à 66 mois au moment de l'observation, ceux de maternelle II de 63 à 79 mois, ceux de CP de 75 à 95 mois.

Seuls 29 % des enfants de l'échantillon parlent français à la maison avec leurs deux parents. 71 % des enfants s'adressent au moins à l'un de leurs parents dans une langue étrangère (cf tableau 2).

Tableau 2. Répartition des enfants selon la ou les langues parlées à la maison.

Groupe linguistique		fréquences
1	Français exclusivement	29
2	Français et autre	34
3	Autre(s) exclusivement	37
Total		100

#### *Procédure*

La passation est individuelle. L'épreuve est filmée.

L'enfant est prié de s'approcher de la table, sur laquelle il voit un classeur de format 40 x 30cm. posé sur un présentoir incliné. La première page montre la photographie d'une main sur laquelle est déposée une cuillère. L'enfant est invité à dessiner librement et à écrire son prénom pendant que

l'observateur règle le dispositif video sur l'espace de travail, devant le présentoir.

Partie sémantique verbale

- 1) l'enfant est prié de nommer l'objet dont il voit la photographie (ex. : «une cuillère») ;
- 2) puis, en face d'une page blanche, de nommer son usage («pour manger»).

Partie pragmatique

- 3) la page suivante montre six photographies à choix dont une seule montre le bon usage de l'outil. L'enfant est prié de montrer du doigt «la bonne image», sans autre explication.
- 4) La page est tournée et, devant une nouvelle page blanche, l'enfant est prié de mimer l'utilisation de l'outil : «Fais comme si tu utilisais la cuillère».

La pantomime est évaluée par exclusion des « erreurs » se répartissant en trois catégories :

- 1.- erreur de formatage de la main pour la saisie et non respect de l'espace en termes de distances, par exemple entre la main, l'outil et l'objectif ;
- 2.- corps pris comme objet;
- 3.- absence de mouvement mimant l'action ou erreur de mouvement (par exemple, mouvement de manivelle à la place de la rotation du poignet pour le moulin à poivre).

A l'exclusion des trois erreurs ci-dessus, la pantomime compte pour une réponse pratique correcte.

Le temps de passation total est en moyenne de 20 minutes.

*Matériel*

Il se compose de 30 items. Les objets sont : cuiller, crayon, brosse à ongles, brosse à dents, hache, verre, jeu de cartes, peigne, gomme, épingle à nourrice, brosse à cheveux, bonbon, coton-tige,

ciseaux à ongles, clé, pelle et balayette, marteau et clou, lunettes de soleil, aiguille et fil, bouteille et verre, pomme de terre et éplucheur, montre-bracelet, bougie et allumette, lettre et enveloppe, agrafe de bureau, poivrier, salière, tournevis et vis, œuf à la coque et ustensiles, orange et ustensiles. Tous les noms étrangers et toute la gamme des synonymes sont acceptés.

La figure 1 montre trois images-stimuli correspondant à trois items différents. Les images sont du format 13 x 9cm., permettant ainsi de présenter une main de la grandeur proche de celle de l'enfant.

Figure 1. Exemples d'images-stimuli



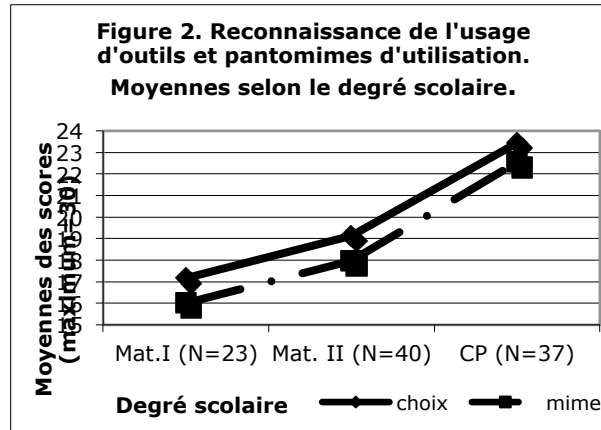
### Résultats

Le tableau 3 montre, pour chaque degré scolaire, les moyennes des choix corrects et des mimes corrects.

Tableau 3. Moyennes des reconnaissances et des praxies corrects par degrés scolaires

Degrés scolaires	Tests		N
	Choix	Mimes	
Mat. I	17.2	16.0	23
Mat. II	19.1	18.0	40
CP	23.4	22.5	37

La figure 2 illustre les résultats du tableau 3. On constate d'une part que les deux épreuves sont très évolutives et d'autre part qu'elles évoluent strictement en parallèle. Les différences entre moyennes ne sont pas statistiquement significatives entre Mat. I et Mat. II.



Par contre, elles sont très significatives à  $p < .000$  entre Mat. II et CP.

Le tableau 4 montre, pour chaque groupe d'âge strict ( 4 ans = 4 ;0 à 4 ;11) les moyennes des choix corrects et des mimes corrects.

Tableau 4. Moyennes des reconnaissances et des praxies corrects par groupe d'âge.

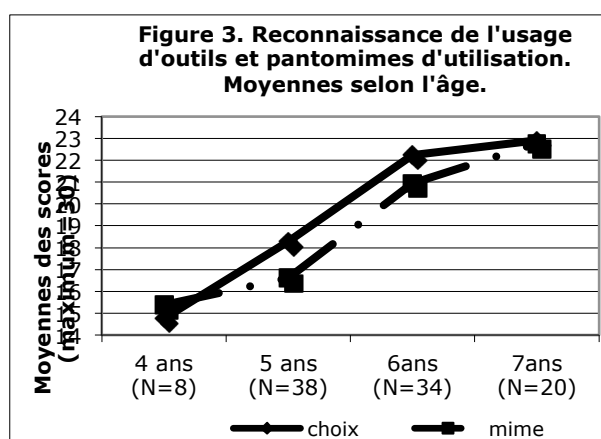
	Tests		N
	Choix	Mimes	
4 ans	14.8	15.4	8
5 ans	18.3	16.6	38
6 ans	22.2	20.9	34
7 ans	22.9	22.8	20

La figure 3 illustre les résultats du tableau 4. En ce qui concerne le choix d'images, la différence entre les moyennes de 4 et 5 ans est significative ( $p = .03$ ). Entre les mêmes âges, la différence des moyennes n'est pas significative au niveau des praxies (gestes).

Entre 5 et 6 ans, les différences de moyennes sont très significatives ( $p < .000$ ) aux deux tests (choix et praxies).

Entre 6 et 7 ans, les différences ne sont pas significatives.

C'est donc entre 4 et 5 ans que la reconnaissance de l'outil se développe déjà, tandis que le progrès de la praxie apparaît entre 5 et 6 ans. Nous constatons donc une avance chronologique de la reconnaissance du bon geste (choix) sur son exécution (praxie).



*Corrélation entre choix et gestes*



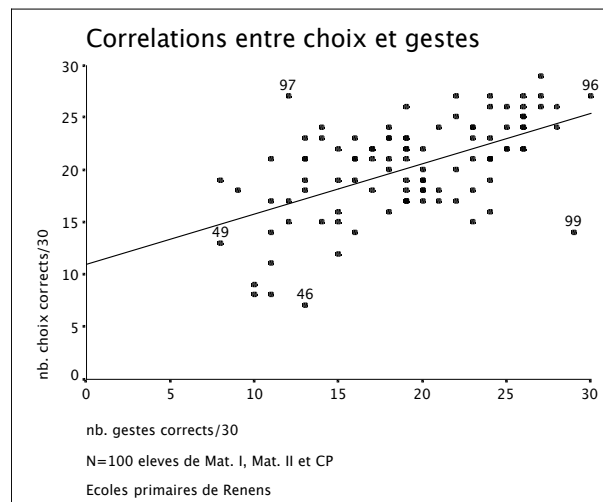
La figure 4 illustre la corrélation entre la tâche de choix (ordonnée) et la tâche de geste (abscisse).

La corrélation de Bravais-Pearson est de .566, fortement significative avec une probabilité de  $p < .000$ .

Les cas numéro 49 et 96 se situent sur la ligne de régression et illustrent respectivement « l'effet plancher » (trop difficile) et « l'effet plafond » (trop facile) du test.

Le numéro 49 est une fille de Mat. I, âgée de 4 ans et 11 mois, qui identifie correctement 26 objets sur 30. Malgré cela, elle admet visuellement des saisies manuelles inappropriées et des gestes d'utilisation inadéquats. Dans la pantomime, elle prend massivement son corps comme objet, commet des erreurs concernant les relations spatiales et montre une confusion de cinématique.

Fig. 4. Corrélation entre choix et gestes, ligne de régression.



Le numéro 96 est un garçon de CP âgé de 7 ans et 1 mois dont le choix d'images est proche de la perfection et qui exécute tous les gestes sans erreur ni ambiguïté.

Le numéro 46 est un garçon de Mat. I, âgé de 4 ans et 11 mois, qui identifie 28 objets. Un peu meilleur que la fille numéro 49 dans les praxies, ce garçon fait un démarrage difficile du choix (1 juste sur les 10 premiers) et fait un apprentissage important en cours d'épreuve (5 justes dans les 10 derniers). Dans la faiblesse de ses résultats, il montre donc une meilleure exécution que la reconnaissance, tendance qui s'écarte des normes observées.

Le numéro 99 est un enfant de Mat. II, âgé de 5 ans et 10 mois, qui se montre très destabilisé par la tâche de choix mais qui réussit bien les praxies (29 gestes corrects /30). Devant les planches de plusieurs images, il choisit une image et n'en démord plus sans avoir pris le temps d'examiner les autres. L'interrogation de l'examineur n'y fait rien ; au contraire, l'enfant tient bon dans son choix spontané et impulsif. Ce comportement apparaît par trains de quatre ou cinq réponses du même genre, comme si par moments l'enfant n'était plus vraiment disponible pour l'examen attentif et comparatif des images. Il s'agit donc d'un biais d'attitude qui a trait à la question du choix et qui n'a vraisemblablement pas grand-chose à voir avec la question des praxies.

Le cas numéro 97 est un garçon de CP, âgé de 6 ans et 7 mois, donc jeune dans son degré scolaire, qui réussit 27 choix /30 et seulement 12 praxies /30. A quatorze reprises, le corps est pris comme objet dans le mime d'utilisation. Il s'agit donc d'un garçon encore maladroit sans difficulté au niveau de la reconnaissance des bons gestes.

La corrélation, statistiquement très significative,

n'est cependant pas aussi élevée que nous l'attendions. Corrélées entre elles, les tâches de reconnaissance et d'exécution des gestes ne sont donc pas superposables et suggèrent des systèmes fonctionnels différents à l'intérieur du domaine des praxies. Par ailleurs, les deux épreuves se révèlent différemment sensibles à des attitudes personnelles d'entrée en matière, de soutien de l'attention et de frein à l'impulsivité (tous les enfants ont désigné une image sur toutes les planches à choix).

### *Praxie et langage*

En raison de la forte présence d'enfants de langue familiale étrangère dans notre échantillon, nous étudierons la relation entre praxie et langage séparément pour les enfants francophones et pour les enfants d'immigrés.

#### Ecoliers francophones

Les enfants qui parlent français avec chacun de leurs parents (groupe linguistique 1, tableau 2) dénomment 20 objets en moyenne sur 30, et dénomment leur usage dans 28 cas. Ces mêmes enfants reconnaissent 21 images de l'usage correct (choix) et exécutent 19 gestes considérés comme corrects (praxies).

L'usage de l'outil est donc pratiquement reconnu par tous. Par contre, l'accès au nom de l'outil peut poser un problème aux élèves francophones qui ont néanmoins reconnu son usage. Approximativement, la reconnaissance du bon geste d'après photographie et la pantomime d'utilisation représentent une difficulté quantitativement comparable à la citation du nom propre.

Chez les monolingues, la dénomination de l'outil

corrèle positivement avec le choix du bon geste ( $r=.61$ ,  $N=29$ ,  $p<.000$ ) et avec la pantomime ( $r=.76$ ,  $N=29$ ,  $p<.000$ ).

Ecoliers non francophones

Le tableau 5 compare les scores aux deux épreuves principales (choix et praxie) chez les enfants répartis selon la ou les langues parlées avec leurs parents, selon le tableau 2.

Tableau 5. Scores des enfants répartis selon la /les langues parlées avec leurs parents

Groupe linguistique	Choix		Praxies	
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Ecart-type
1	21.2	4.2	19.3	5.7
2	20.5	4.7	19.7	5.4
3	19.3	4.7	18.7	5.2

On n'enregistre aucune différence statistiquement significative ni entre les groupes 1 et 2, ni entre les groupes 2 et 3, ni encore entre les groupes 1 et 3.

Notre épreuve n'est donc pas sensible à l'origine linguistique des élèves et enregistre des comportements sans rapport avec le niveau de performance linguistique dans la langue de l'examineur.

### **Discussion des résultats**

La reconnaissance de l'usage de l'outil d'après photographie se développe progressivement et régulièrement entre 4 et 6 ans. Ce développement est parallèle à celui de l'exécution (pantomime d'utilisation), mais la précède d'environ une année.

Notre épreuve semble présenter un effet plancher à 4 ans, où déjà plusieurs enfants rencontrent des problèmes tactiques devant l'épreuve à choix. Elle présente clairement un effet plafond à 7-8 ans, où nous avons observé des scores de reconnaissance proche du maximum possible et une praxie exemplaire. Cette dernière montre en effet une gestuelle suggestive, une attribution virtuelle des rôles au corps et à l'objet, un respect des rapports spatiaux et un mime parfait du mouvement.

Nous pouvons donc conclure que la praxie d'utilisation d'outils familiers est définitivement acquise dès 7 ans. L'avance de la reconnaissance sur l'exécution correspond dans notre observation à un minimum de décalage, puisque la praxie, sollicitée immédiatement après la reconnaissance, a pu bénéficier d'un effet d'apprentissage. Contrairement à un tel effet, elle est en retard sur la reconnaissance. Il faut néanmoins observer que la décision sur la bonne performance est univoque dans le cas du choix (une seule bonne réponse possible). Par contre, le geste exécuté par l'enfant doit être interprété. Notre proposition d'interprétation (par exclusion de trois types d'erreur) se prête à discussion. Il se peut donc que l'évaluation des praxies soit plus équivoque que celle de la reconnaissance. La figure 4 montre néanmoins que la dispersion des scores s'étale de 7 à 28 pour le choix et de 8 à 30 pour les gestes, constat découvert après la mise en place de la procédure et le décodage des performances. Les deux épreuves sont donc également discriminantes pour les âges examinés.

Méthodologiquement, il serait intéressant de procéder à la même observation en séparant dans le temps les étapes de la reconnaissance et de l'exécution, afin de mieux calculer l'avance de la première sur la seconde, en limitant l'effet d'apprentissage.

La corrélation entre reconnaissance et praxie est positive mais somme toute pas très élevée. Elle n'explique que 32 % de la variance totale des résultats ( $R^2$ ). Les quelques cas que nous avons présentés montrent bien que beaucoup d'enfants s'écartent de la corrélation régulière. Nous rencontrons donc des enfants qui réussissent nettement mieux la reconnaissance que l'exécution, et d'autres qui montrent le profil inverse. S'agit-il de réactions psychologiques différentes devant les deux tâches sollicitant des fonctionnements instrumentaux différents, ou cela indique-t-il directement que les deux épreuves mobilisent des systèmes fonctionnels différents dans le développement neurocognitif ?

Bien que nos descriptions de cas isolés montrent que les variables d'attitude interviennent dans les résultats (sensibilité du test à choix en ce qui concerne la capacité attentionnelle et un travail de sériation), la relative faiblesse de la corrélation plaide pour la règle générale de dissociation neurodéveloppementale.

Quelque chose de l'exécution, par exemple la nécessaire mobilisation neuromotrice, intervient dans la reconnaissance. Quelque chose de la reconnaissance, par exemple le lexique gestuel visuel en mémoire, intervient dans l'exécution. Cependant, la reconnaissance n'explique pas la praxie à elle-seule, ni l'inverse.

Les liens avec le langage

Ce qui a frappé les enseignants de ces élèves à la lecture des résultats, c'est l'indépendance des deux tâches pratiques (reconnaissance et exécution) par rapport à l'adaptation linguistique des écoliers non francophones. Cette observation est suffisamment rare à l'école pour mériter une mention.

Chez les monolingues cependant, la dénomination de l'objet, la reconnaissance visuelle du bon geste d'utilisation et la praxie semblent liées et posent des problèmes d'instrumentation pour des outils et des usages parfaitement reconnus.

### **Discussion générale**

Le parallélisme du développement de la reconnaissance et de l'exécution pratique le doit en partie au facteur général de croissance. Il en va de même pour les corrélations entre dénominations et gestes.

Si l'on tient compte du facteur croissance, la corrélation entre reconnaissance et exécution devient vraiment faible. D'autre part, les faits observés au niveau des individus (figure 4) montrent que toutes les combinaisons neurofonctionnelles sont possibles. Nous avons en effet observé des enfants qui nomment et décrivent l'usage de l'outil, et qui ne reconnaissent néanmoins pas la photographie de son usage propre. Ce fait est à rapprocher des observations de Buxbaum et al. qui montrent, d'une part chez des adultes démentifiés, d'autre part chez des adultes apraxiques, que la reconnaissance de l'objet et de son usage par le langage n'assure en rien la reconnaissance de la manipulation.

Nous avons observé ensuite la dissociation entre reconnaissance et exécution pratiques. Certains enfants qui ne reconnaissent pas visuellement le bon usage de l'outil sont néanmoins parfaitement capables de mimer le geste d'utilisation. Tout se

passé dans le développement comme si l'engramme du geste naturel (les objets sont familiers) dépendait d'un système proprioceptif, et si la reconnaissance du même geste dépendait d'un système pragmatique visuel. Autrement dit, le même geste exécuté par soi-même et par autrui n'est pas unifié dans une mémoire praxique. Nous reconnaissons ici les arguments évoqués par Jeannerod à la lumière des travaux de Downing et Astafiev, mettant en évidence un système neurofonctionnel complexe répondant aux parties du corps d'autrui engagé dans l'action, et différenciant par ailleurs l'acteur du geste, le sujet lui-même ou la personne autre.

Il est donc vraisemblable que les deux sources d'information sur le geste praxique, proprioceptive et visuelle, soient cognitivement dissociées à un moment donné du développement cérébral. Ces sources ne seraient pas essentiellement dissociées, parce que le dénominateur commun de la sémantique, et le facteur simplement développemental, les lient. Mais elles ne sont pas non plus nécessairement associées, ni dans le développement de l'enfant ni dans certaines conditions neuropathologiques de l'adulte.

Certains enfants reconnaissent le bon usage de l'instrument et ne parviennent pas à construire dans leur motricité une praxie qui obéisse aux paramètres qu'ils ont visuellement sélectionnés. Rappelons que le bébé a aussi beaucoup de peine à tirer parti de la démonstration visuelle (Barrett). Rappelons aussi une définition simple mais pertinente de la dyspraxie développementale : « Pourquoi est-ce que ma main ne peut faire ce que mon œil voit ? ». Dans notre échantillon normal, le cas no. 97 présente une telle maladresse exécutive (12 gestes corrects sur 30) alors qu'il reconnaît 27 gestes corrects sur autrui.



Nous pensons que nous avons réuni suffisamment d'arguments pour considérer un enchaînement de différenciations au cours du développement praxique. A la base, nous retenons la théorie des neurones-miroirs qui dispose les êtres vivants à une communication que nous appelons interobjective, c'est-à-dire à un échange automatique d'informations sur le corps, les parties du corps, les gestes, les intentions, le possible dialogue corporel.

Dans notre expérience, le recours à l'outil est une simplification du dialogue entre le sujet et autrui, pour faciliter l'analyse objective des prises d'information. Cette communication interobjective évolue avec le développement en empruntant les voies sensorielles, particulièrement de la proprioception et de la vision, avec la possibilité d'une dissociation entre les deux.

Toujours est-il qu'il ne semble pas y avoir pas de développement praxique sans la confrontation des images visuelles des gestes d'autrui et de soi-même. Par contre, la voie proprioceptive offre un levier de différenciation personnelle, puisqu'elle n'est pas partagée.

Perception et exécution des gestes évoluent donc par paliers, avec des consolidations réciproques et des renforcements par la sémantique, dont le langage apparaît comme un instrument privilégié.

Même dans un échantillon de la population normale d'enfants de 4 à 7 ans, nous rencontrons certaines « doubles dissociations » ou des profils opposés de valorisation de la reconnaissance visuelle et de l'exécution.

La sémantique n'est certainement pas le seul dénominateur commun des évolutions praxiques, puisque la communication interobjective se transforme en communication intersubjective. En

effet, une fois les paramètres de la communication gestuelle perçus et ressentis dans son corps, viennent s'associer d'une part les émotions propres à la synchronie, à l'action conjuguée et à l'action partagée, et d'autre part l'intentionnalité qui prolonge le dialogue.

La reconnaissance des gestes, dont celle de l'utilisation des outils n'est qu'une réduction, fait donc partie du développement praxique, qui s'inscrit dans le développement neuropsychologique et psychique entier de l'enfant. Nous avons montré qu'elle peut présenter parfois de curieux décalages et même des dissociations frappantes.

Notre observation, purement comportementale, est encore préliminaire et demande une augmentation des effectifs, afin de mieux analyser les trajectoires développementales individuelles.

\* \* \* \* \*

### **Bibliographie**

- [1] Anderson (J.R.) : « L'outil et le miroir : leur rôle dans l'étude des processus cognitifs chez les primates non humains », *Psychologie Française*, 37, 1, 1992, pp. 81-90.
- [2] Astafiev (S.V.), Stanley (C.M.), Shulman (G.L.), Corbetta (M.) : « Extrastriate body area in human occipital cortex responds to the performance of motor actions », *Nature Neuroscience*, 7, 2004, pp. 542-548.
- [3] Bard (K.A.), Fragaszy (D.), Visalberghi (E.) : « Acquisition and comprehension of a tool-using behavior by young chimpanzees (Pan troglodytes): Effects of age and modeling », *Int. J. of Comparative Psychology*, 8, 2, 1995, pp. 47-68.
- [4] Barrett (T.M.) : « The role of object knowledge in tool utilization in infancy », *Dissertation Abstracts International : Section B : The Sciences and Engineering*, 65, 6B, 2004, p. 3193.
- [5] Bradshaw (J.L.) : « Animal asymmetry and human heredity : Dextrality, tool use and language in evolution : 10 years after Walker (1980) », *British Journal of Psychology*, 82, 1, 1991, pp. 39-59.

- [6] Bradshaw (J.L.), Rogers (L.J.) : « *The evolution of lateral asymmetries, language, tool use, and intellect* », San Diego, CA, Academic Press, 1993.
- [7] Buxbaum (L.J.), Schwartz (M.F.), Carew (T.G.) : « The Role of Semantic Memory in Object Use », *Cognitive Neuropsychology*, 14, 2, 1997, pp. 219-254.
- [8] Buxbaum (L.J.), Veramonti (T.), Schwartz (M.F.) : « Function and manipulation tool knowledge in apraxia : Knowing « what for » but not « how », *Neurocase*, 6, 2, 2000, pp. 83-97.
- [9] Chao (L.L.), Martin (A.) : « Representation of Manipulable Man-Made Objects in the Dorsal Stream », *Neuroimage*, 12, 2000, pp. 478-484.
- [10] Creem (S.H.) : « Perceiving hand tools : Investigations into the interactions between vision, semantics and action », *Dissertation Abstracts International : Section B : The Sciences and Engineering*, 61, 6B, 2000, p. 3298.
- [11] Downing (P.E.), Jiang (Y.), Shuman (M.), Kanwisher (N.) : « A cortical area selective for visual processing of the human body », *Science*, 293, 2001, pp. 2470-2473.
- [12] Fadiga (L.), Fogassi (L.), Pavesi (G.), Rizzolatti (G.) : « Motor facilitation during action observation : a magnetic stimulation study », *J. Neurophysiol.*, 73, 1995, pp. 2608-2611.
- [13] Goodale (M.A.), Milner (A.D.), Jakobson (L.S.), Carey (D.P.) : « A neurological dissociation between perceiving objects and grasping them », *Nature*, 349, 1991, pp. 154-156.
- [14] Grafton (S.T.), Fadiga (L.), Arbib (M.A.), Rizzolatti (G.) : « Premotor Cortex Activation during Observation and Naming of Familiar Tools », *Neuroimage*, 6, 1997, pp. 231-236.
- [15] Jeannerod (M.) : «The Representing Brain – Neural Correlates of Motor Intention and Imagery», *Behav. Brain Sci.*, 17, 2, 1994, pp. 187-202.
- [16] Jeannerod (M.), Decety (J.), Michel (F.) : « Impairment of Grasping Movements Following a Bilateral Posterior Parietal Lesion », *Neuropsychologia*, 32, 4, 1994, pp. 369-380.
- [17] Jeannerod (M.), Arbib (M.A.), Rizzolatti (G.), Sakata (H.) : « Grasping objects : the cortical mechanisms of visuomotor transformation », *Trends Neurosci.*, 18, 1995, pp. 314-320.
- [18] Jeannerod (M.) : « Visual and action cues contribute to the self-other distinction », *Nature Neuroscience*, 7, 5, 2004, pp. 422-423.
- [19] Kellenbach (M.L.), Brett (M.), Patterson (K.) : « Actions speak louder than functions : The importance of

manipulability and action in tool representation », *J. of Cognitive Neuroscience*, 15, 1, 2003, pp. 30-46.

[20] Reynolds (P.C.) : « The complementation theory of language and tool use », in K.R. Gibson & T. Ingold (Eds.) : *Tools, language and cognition in human evolution*, New-York, N.-Y., Cambridge University Press, 1993.

[21] Rizzolatti (G.), Craighero (L.) : « Mirror Neuron: a Neurological Approach to Empathy » in *Neurobiology of Human Values*. Berlin, Springer-Verlag, 2005.

[22] Rizzolatti (G.), Arbib (M.A.) : « Language within our grasp », *Trends Neurosci.*, 21, 1998, pp. 188-194.

[23] Santos (L.R.), Miller (C.T.), Hauser (M.D.) : « Representing tools : How non-human primate species distinguish between the functionally relevant and irrelevant features of a tool », *Animal Cognition*, 6, 4, 2003, pp. 269-281.

[24] Walraven (V.M.) : « Tool use, social learning and mirror-self recognition : A study of the cognitive capacities of Bonobos », *Dissertation Abstracts International, Section B : The Sciences and Engineering*, 59, 3B, 1998, p. 1011.

### **Remerciements**

Merci aux élèves et enseignants du collège du 24 janvier à Renens (Suisse) pour leur contribution volontaire. Merci à M. Marc-Olivier Chapuis pour son assistance dans la recherche.