



## **Du contrôle moteur sériel vers le langage articulé : étude de l'apprentissage de l'articulation sensori-motrice chez l'enfant et l'adulte**

### **I. Cadre général et problématique**

Le cadre de ce travail est celui de l'inscription corporelle (embodiment) des fonctions cognitives selon lequel la cognition, parce qu'elle se construit via l'expérience sensori-motrice avec l'environnement, est indissociable de cette expérience (Varela et al., 1993 ; Clark, 1998 ; Smith et Thelen, 2003). Le contrôle sensori-moteur, son apprentissage et plus généralement sa modification par l'expérience, est un objet d'étude important pour cette conception de la cognition. En effet, c'est par ces mécanismes classiquement qualifiés de « bas-niveau » que notre cerveau imprègne le monde physique et socio-culturel et s'inscrit dans une continuité avec celui-ci. C'est par ces mécanismes sensori-moteurs et leur maturation via l'expérience communicative que l'enfant acquiert le langage. La plasticité de ces mécanismes permet aussi à l'adulte, après des lésions centrales ou périphériques, de ré-apprendre à communiquer, ici encore, via l'expérience sensori-motrice. Dans ce cadre, les propriétés du langage et notamment des universaux de forme, tel que l'existence de voyelles et de consonnes dans toutes les langues du monde, de leur association en syllabes puis en séquences de syllabes serait inscrite dans les capacités sensori-motrices (voir par exemple, MacNeilage et Davis, 2000).

Ainsi, un des fondements du langage articulé est la capacité à produire des séquences de gestes complexes, soit par le conduit vocal, soit par la main. C'est ce contrôle moteur sériel complexe, à son acquisition au cours du développement et à sa plasticité chez l'adulte que nous souhaitons nous intéresser ici.

### **II. Démarche proposée : étude de l'apprentissage multi-modal de l'anticipation motrice**

Chez l'adulte la production de séquences de gestes met le plus souvent en jeu des stratégies d'anticipation motrice. Cette anticipation induit une co-articulation gestuelle : mise en séquence, la réalisation d'une unité gestuelle est influencée par les gestes qui la précède et/ou qui la suivent. En parole, cela se traduit par exemple, par une modification des propriétés acoustiques des voyelles en fonction des consonnes qui les entourent (Noiray, Cathiard, Ménard & Abry, 2011). Ces phénomènes s'observent aussi dans la posture du corps, l'orientation des membres, les recrutements musculaires et l'organisation temporelle des mouvements pour les séquences de pointage (Fischer, Rosenbaum & Vaughan, 1997) ou pour la posture (Laessoe & Voigt, 2008). Ces stratégies d'anticipation se mettent en place au cours du développement de l'enfant qui apprend à « articuler » ses gestes en séquences.

Ainsi, les gestes habiles (préhension, pointage manuel, parole) ont des caractéristiques très différentes chez les enfants et chez les adultes. Chez l'enfant, ils sont plus lents, plus variables, moins précis et moins coordonnés que chez l'adulte. Cela s'observe par exemple pour les gestes de saisie d'objet. Une étape clé dans le processus de maturation du contrôle de ce geste apparaît néanmoins entre 4 et 8 ans, visible dans la diminution de la variabilité du geste puis dans une meilleure anticipation des propriétés de l'objet et de la coordination pince-portage (Forsberg et al. 1991, 1992).

En parallèle, la recherche sur l'acquisition du langage chez l'enfant, mais aussi la pratique orthophonique, met en évidence des relations très fines entre le contrôle moteur de la main et celui



de la parole (Iverson et Thelen, 1999) : le contrôle de la main précède celui de la parole. L'enfant peut ainsi apprendre à communiquer avec ses mains avant de pouvoir parler. De plus, l'âge auquel l'enfant commence à associer un geste de pointage à un mot serait prédictible de l'âge auquel il produit des énoncés à deux mots (Volterra et al. 2005). Ces résultats suggèrent l'existence de mécanismes de contrôle partagés par la main et le conduit vocal (McNeill, 1981).

Notre hypothèse globale et que l'anticipation motrice, caractéristique du contrôle sériel mature, serait liée à la mise en place de mécanismes de contrôle partagés par la main et le conduit vocal. La mise en place de ces mécanismes serait sensible à l'expérience d'apprentissage : la capacité à anticiper la production d'une cible en pointage et en parole se construirait via l'expérience de contrôle sériel et se généraliserait à des expériences similaires seulement.

### III. Travail de master

Ce master constitue la première étape du travail de recherche qui pourra se poursuivre en thèse selon l'implication du candidat et pourra être orienté selon ses intérêts vers des aspects plus expérimentaux ou modélisateurs.

Au cours du master, il s'agira de mettre en place un protocole de pointage de cible sériel pouvant être utilisé avec des adultes et des enfants de 4 à 8 ans et à enregistrer un premier ensemble de données chez les adultes (minimum 5 adultes) et les enfants (minimum, 5 enfants). Le travail expérimental consistera à collecter et analyser des trajectoires de doigt. On s'appuiera sur un dispositif expérimental de capture du mouvement fondé sur des émetteurs et des capteurs infrarouge (Système *Optitrack*, Natural Point, <http://www.naturalpoint.com/optitrack/>).

Le travail d'analyse consistera à caractériser le positionnement du bras-main-doigt avant le début du mouvement et les trajectoires du geste de pointage et vers les différentes cibles en fonction de l'orientation de la cible suivante. On variera le nombre de cibles et leurs orientations relatives afin de déterminer si les facteurs qui ont des conséquences sur les temps d'initiation et sur la trajectoire du geste vers la première cible. Ces données devraient nous permettre de caractériser les stratégies d'anticipation motrice.

Ce travail sera mis en perspective relativement aux théories de la parole et du langage et en particulier à la question du type de représentations et modalités de contrôle de la parole qui se mettent en place au cours du développement pour parvenir au contrôle sériel complexe (Perrier, 2012).

### IV. Compétences souhaitées

Base en programmation pour le traitement et l'analyse de données ; méthodes expérimentales ; intérêt pour le contrôle moteur et ses relations avec la cognition (langage et développement de l'enfant) ou avec le développement d'applications technologiques (interaction directe sur surface interactive).

### V. Perspectives

Selon le déroulement du Master, le candidat pourra bénéficier d'un financement de thèse pour poursuivre sur la même problématique.

grenoble  
images  
parole  
signal  
automatique



## VI. Encadrement & Contact

**Pascal Perrier**, Prof. Grenoble INP, [pascal.perrier@gipsa-lab.grenoble-inp.fr](mailto:pascal.perrier@gipsa-lab.grenoble-inp.fr),

**Amélie Rochet-Capellan** CR CNRS, [Amelie.Rochet-Capellan@gipsa-lab.grenoble-inp.fr](mailto:Amelie.Rochet-Capellan@gipsa-lab.grenoble-inp.fr),

**Jean-Luc Schwartz**, DR CNRS, [Jean-Luc.Schwartz@gipsa-lab.grenoble-inp.fr](mailto:Jean-Luc.Schwartz@gipsa-lab.grenoble-inp.fr)

## VII. Lieu du stage et rémunération

GIPSA-lab / Département Parole & cognition, sur le campus universitaire de Grenoble, compensation de stage.

Collaboration envisagée : Lucie Ménard, UQAM, Montréal

## VIII. Références bibliographiques

- Clark A (1997). *Being There : Putting Brain, Body and World Together Again*. MIT Press, Bradford Books.
- Fischer, M.H; Rosenbaum, D.A.; & Vaughan, J. (1997). Speed and sequential effects in reaching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(2), 404-428.
- Iverson, J. et Thelen, E. (1999). Hand, mouth, and brain : The dynamic emergence of speech and gesture. *Journal of Consciousness Studies*, 6:19–40.
- Laessoe, U. & Voigt, M. (2008). Anticipatory postural control strategies related to predictive perturbations. *Gait & Posture*, 28, 62–68.
- MacNeilage, P. et Davis, B. (2000). On the origins of internal structure of word forms. *Science*, 288:527–531.
- McNeill, D. (1981). Action, thought and language. *Cognition*, 10:201–208.
- Noiray, A., Cathiard, M.A., Ménard, L., & Abry, C. (2011). Test of the movement expansion model: Anticipatory vowel lip protrusion and constriction in French and English speakers. *J. Acoust Soc Am.*, 129(1), 340–349.
- Perrier, P. (2012). Gesture planning integrating knowledge of the motor plant's dynamics: A literature review from motor control and speech motor control. In Susanne Fuchs, Melanie Weirich, Daniel Pape & Pascal Perrier (Eds.), *Speech Planning and Dynamics*, pp. 191-238. Peter Lang Publishers –Series Speech Production and Perception: *Frankfurt am Main, Germany*
- Smith, L. B., & Thelen, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in cognitive sciences*, 7(8), 343-348.
- Varela, FJ (1993). *L'Inscription corporelle de l'esprit*. Sciences cognitives et expérience humaine. Paris : Edition du Seuil.
- Volterra, V., Caselli, M. C., Capircil, O. et Pizzuto, E. (2005). Gesture and the emergence and development of language. In Tomasello, M. et Slobin, D., éditeurs : *Beyond nature-nurture- Essays in honor of Elizabeth Bates*, pages 3–40. Mahwah, N. J. : Lawrence Erlbaum Associates.